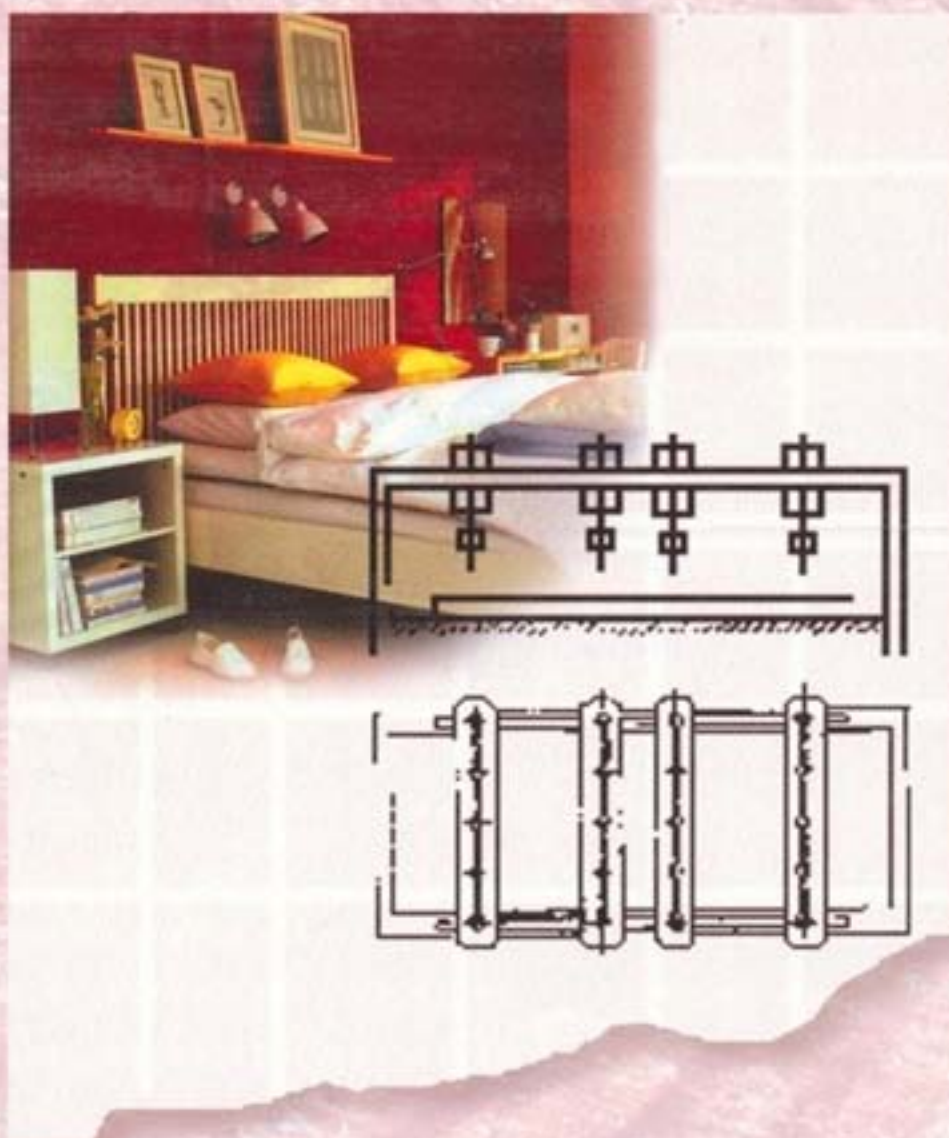


职业技术教育教材

家具木工机械

侯铁民 主编

JIAJU MUGONG JIXIE



中国轻工业出版社

序

中国的家具,在久远宏大的时空背景下,经历过沧海桑田的变化,在风雨中正向新时代坚毅地走去。现代文明即将伸出热情的双臂与之携手走向新世纪。

21世纪,将是中国家具业激荡人心的时代!

灾难的过去自鸦片战争开始,中国家具因民族的孱弱与随之而来的屈辱而失去了往日的辉煌和尊严。而工业革命所敲响的新时代钟声并未能唤醒东方沉睡的雄狮。共和国成立后蓬勃发展的建设事业又被十年动乱蒙上了一层阴影,中国家具日渐势微。当封闭已久的国门终于打开之时,西方现代家具的设计思想以新材料、新设备、新工艺为先锋,裹挟着西洋文化而滚滚涌来,震撼着荒芜沉寂的中国家具业。

几乎从零开始,新兴企业从积累原始资本起步,尽管步履蹒跚,却在日渐长大;尽管尚未成熟,却已初具规模。据不完全统计,1998年全国家具产值已达870亿元人民币,占国民生产总值的1%,其中出口23亿美元。

20年急追直赶西方家具的步伐,为中国家具业奠定了可持续发展的基础。

中国家具业茁状成长,实业界劳苦功高,与此同时,理论工作者一直在以理智与冷静的目光注视着这一变化,追踪世界家具发展的潮流,致力于攻克前进道路上的重重难关。

然而,从总体上来看,20年的发展变化仅可视为新时代家具业的开端,仅可视为一曲序幕,“剧是必须从序幕开始的,但序幕还不是高潮”。20年的成就是伟大的,但中国家具要走的路还很长,工作更加艰巨。其突出的问题是专业人才的匮乏。为了加速理论教育,为家具行业培养更多的新生力量,教育系统发展迅速,但至今尚无完整与系统的专业教材,为此,我们特邀南京林业大学的一批专家、学者编著了这套家具系列教程,以期为中国家具的发展聊尽绵薄之力。

本套教材系职业技术教育教材,共六册,其中《家具制图》一书由周雅南教授编著,《家具设计》由许柏鸣博士编著,《家具材料》由徐永吉教授主编,《家具木工机械》由侯铁民、王宝金副教授编著,《家具木工工艺》由张彬渊教授、李军讲师编著,《家具涂饰》由张彬渊教授编著。

由于水平所限,错漏之处恳请读者斧正。

家具行业职业技术教育教材编委会

1999.11



家具行业职业技术教育教材编委会

审定单位：中国家具协会

支持单位：南京林业大学

编委会成员(以姓氏笔画为序): 王宝金 许柏鸣

李保江 吴羽飞

李 军 张彬渊

周定国 周雅南

侯铁民 徐永吉



前 言

本书系统地介绍了木家具生产中常用的基本设备,反映了当前国内外木家具制造设备的先进水平。为了使读者更好地掌握和使用各类设备,本书增加了必要的机械传动,木材切削原理与刀具,液、气压传动等基本知识。

本书可作为从事木家具设计制造的高级技术工人、大学专科的培训教材和教学用书,也可供从事这方面工作的技术人员参考。

本书由侯铁民副教授主编,王宝金副教授任副主编,姚秉辉教授主审。全书共分15章,第一、二、三、四、五、六、七、八、十一章由侯铁民副教授编写,第九、十、十二、十三、十四、十五章由王宝金副教授编写。

本书在编写木材切削部分过程中得到了胡宜萱副教授的许多资料和指导及丁建文老师的大力支持,在此表示感谢。

限于编者水平,书中错误或不妥之处,在所难免,敬请读者指正。

编者

1999年10月



目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 家具木工机械的现状和发展概况	(1)
第二节 分类及型号编制	(2)
第二章 锯机	(5)
第一节 带锯机	(5)
第二节 圆锯机	(13)
第三节 锯板机	(21)
第三章 刨床	(33)
第一节 平刨床	(33)
第二节 压刨床	(37)
第三节 双面刨床	(45)
第四节 三面、四面刨床	(48)
第五节 净光刨床	(51)
第四章 木工铣床	(54)
第一节 木工铣床	(54)
第二节 镂铣机	(62)
第三节 仿形木工铣床	(65)
第四节 数控木工铣床	(67)
第五章 开榫机	(73)
第一节 木框榫开榫机	(73)
第二节 长圆榫开榫机	(82)
第三节 箱结榫开榫机	(86)
第六章 木工钻床	(92)
第一节 单轴木工钻床	(92)
第二节 多轴木工钻床	(95)
第七章 木工榫槽机	(104)
第一节 单轴立式木工榫槽机	(104)
第二节 槽钻床	(107)
第三节 L型摆动切刀榫槽机	(111)
第八章 木工车床及圆棒榫加工机床	(114)
第一节 普通木工车床	(114)
第二节 其它木工车床简介	(116)
第三节 木工圆棒机和圆棒截断机	(119)
第九章 砂光机	(124)
第一节 概述	(124)

第二节	带式砂光机	(125)
第三节	其它砂光机	(136)
第十章	压机	(138)
第一节	概述	(138)
第二节	平压机	(138)
第三节	弯曲胶合成型压机	(141)
第四节	曲面真空成型贴面压机	(143)
第十一章	封边机	(147)
第一节	直线型封边机	(147)
第二节	曲直线封边机	(154)
第三节	其它类型封边机简介	(155)
第十二章	旋切机与刨切机	(158)
第一节	旋切机	(158)
第二节	刨切机	(160)
第十三章	木材切削刀具	(174)
第一节	木材切削的基本知识	(174)
第二节	锯切原理及锯子	(184)
第三节	铣削原理及铣刀	(194)
第四节	钻削原理及钻头	(205)
第十四章	机械传动基础知识	(210)
第一节	概述	(210)
第二节	带传动	(211)
第三节	链传动	(219)
第四节	齿轮传动	(224)
第五节	其它机械传动	(240)
第十五章	液压与气压传动基础知识	(244)
第一节	液压传动概述	(244)
第二节	液压泵	(251)
第三节	液压缸和液压马达	(256)
第四节	液压阀	(261)
第五节	液压辅助装置	(274)
第六节	液压基本回路	(276)
第七节	气压传动基础知识	(282)
	参考文献	(287)



第一章 绪 论

第一节 家具木工机械的现状和发展概况

“工欲善其事，必先利其器”。家具木工机械是为家具生产工艺服务的，要生产出造型优美、质量稳定、价格便宜的各类家具，就必须具备必要的生产手段。家具木工机械的应用可使家具生产过程实现机械化和自动化，从而达到最大限度地提高劳动生产率、减轻劳动强度、降低原材料消耗、保证加工质量和降低成本的目的。

家具木工机械是指木家具制造中所应用的各种木材加工机床。最常用的普通木工机床有带锯机、圆锯机、平刨床、压刨床、开榫机、铣床、钻床、榫槽机、车床等。加工的原料大多是天然木材，主要用于框式家具的制造。由于木材的用途不断扩大，用量急剧增加，森林资源日趋减少，供需矛盾日益突出。因此，近年来人造板工业获得了迅速发展。人造板工业的发展，又为家具生产提供了各种大幅面的胶合板、细木工板、刨花板、纤维板、蜂窝板等质优、价廉、规格齐全的新型基材。家具制品的结构也由过去单一的框式结构逐步向板式结构方面发展。因此，与之相适应的板式家具生产设备也得到了相应发展。国内先后从意大利、德国、日本等国引进了数百条板式家具生产线，在家具生产中发挥了一定的作用。近年来，我国在引进、吸收、改造和创新的基础上，结合生产实际先后研制生产了部分和全套板式家具生产设备，其性能接近和达到了国际先进水平，基本上满足了国内厂家生产的需要。

在木家具生产中，将原料通过各种机械设备加工成零、部件是木制品生产的主要过程。在这个过程中，不仅要考虑产量，提高劳动生产率，更重要的是要重视加工质量，这样，才能保证产品的质量，提高产品的可靠性，减少返修工作，从而获得优质、高产、低耗和高效率的效果。

家具木工机械应满足木制品零、部件加工精度的要求。我国木制品正在逐步向零、部件规格化，产品标准化，生产专业化方向发展。这就要求零、部件具有互换性，因此，家具木工机械必须能够保证零、部件的加工精度。随着科学技术的不断发展，近几十年来，家具木工机械的制造和加工精度亦有了很大提高。例如，锯片往复式木工锯板机、移动工作台式木工锯板机，不仅机床本身的加工制造精度很高，而且由于采用了主、副锯片组合，不但锯切表面光滑，而且1m长度上的直线度误差可控制在0.1mm范围内；压刨床采用数显装置后，加工精度可提高到0.1mm；数控镂铣机的加工精度也已达到0.05mm。加工精度的提高，可进一步保证产品的质量，从而提高了产品的可靠性。

家具木工机械应具有高的生产率，并尽可能实现机械化和自动化，以减轻工人的劳动强度。我国目前木家具生产的平均机械化程度约在40%~50%左右。在工业发达国家中，家具木工机械已基本达到现代化水平，如以手持电动设备代替了各种零碎的手工操作，其中有手提圆锯机、平刨床、打眼机、砂光机等。对于以各种人造板制作的板式家具，其基材的表面装饰及零部件的加工、封边、钻孔等基本上实现了流水线生产。部分板式家具设备已实现了微机控制，如德国霍尔兹玛(HOLZMA)公司生产的锯板机，只需将待锯割的刨花板、碎料板、中密度纤维板等板垛送至升降台上，即可实现自动送进，纵、横锯切，自动出料，堆垛等作业。不但生产率

高,而且锯割板件的尺寸精度高,如对角线1m长度上的直线度误差可控制在0.1mm范围内。用于家具制造的计算机加工中心,具有经济及高效的特点,由于它是在1台机床中合理地采用了现代化技术装备的结构,具有较高级的运动动力,并可达到精确而安全的加工。加工中心通常装备的刀具包括:铣刀、钻头、胶合封边装置及精修装置等。刀具具有自动换刀装置,备用刀具存放在刀库中,换刀只需极短时间。工件一次装夹后可以完成诸如铣削、砂光、开榫、型面铣削、开燕尾榫及钻孔等工序,特别适用于“小批量、多品种”的家具生产。效率比一般机床高3~4倍左右,机床具有很高的加工精度及重复精度,而且没有人为的误差。

在木家具生产中,家具木工机械应尽可能满足提高木材利用率、降低原材料消耗的要求。这一方面可从提高加工精度、减少坯件的加工余量、保证产品质量入手;另一方面,在加工中,利用改变原有的加工工艺,亦可达到降低原材料消耗的目的。如美国对软材采用以砂代刨的工艺,即用砂光设备代替平刨、压刨和部分铣削,不仅可以提高加工质量,而且可以使坯件的尺寸减少5%~10%。各种新型技术和切削刀具的应用,同样可以达到上述目的。

综上所述,家具木工机械在家具制造中的作用和地位是十分重要的,两者是相辅相成、缺一不可的。家具木工机械亦在人类长期的生产实践和科学试验中不断深化。随着生产的发展和工艺水平的提高,又为制造部门创造了实现使用要求的条件,从而使家具制造设备的设计与制造获得更快速度的发展,以满足木家具生产的要求。

第二节 分类及型号编制

家具木工机械的分类及型号编制,按1991年5月1日实施的木工机床型号编制方法(GB 12448—90)执行。该标准规定木工机床分成13类,用汉语拼音字母表示。每一类中又分成9个组,每个组又划分为10个系列,均用阿拉伯数字表示。主参数用规定的折算系数来计算。下面将按GB 12448—90来介绍家具木工机械的分类和编号。

一、木工机床的分类

木工机床的分类方法很多,最常用的有下列几种:

(一) 按木工机床所使用的刀具,加工方法及工艺用途来分

因为所使用的刀具,加工方法以及工艺用途,基本上决定了木工机床所能加工出的工件,特别是其加工表面的形状,也决定了木工机床的运动和结构。这是最常用的基本分类方法。在制材、木制品生产中,切削类型的木工机床占了绝大部分,通称木材切削机床,简称木工机床。我国将木工机床分为13类:木工锯机(MJ),木工刨床(MB),木工铣床(MX),木工钻床(MZ),木工榫槽机(MS),木工车床(MC),木工磨光机(MM),木工联合机(ML),木工接合和组装机(MH),木工辅机(MF),木工手提式机械(MT),木工多工序机床(MD),其它木工机床(MQ)。

(二) 按木工机床的用途广狭程度(通用程度)来分类

这种分类方法主要是从木工机床加工工件的生产批量大小来考虑的。工件批量小,则加工工件的类别就较多,对木工机床通用程度的要求就较高;反之,工件批量大,则加工工件的类别较少,对木工机床通用程度的要求可以降低些,但对其生产率和自动化程度要求就高。按这个方法,木工机床可分为三类:

1. 通用木工机床

主要用于单件和小批量生产,通用程度高,用在加工各种工件性质相近的各工序。例如:

木工锯机,铣床,钻床等。

2. 专门化木工机床

用于成批生产,用在完成外形轮廓相似、但尺寸不同的工件的同类工序。例如:压机,旋切机等。

3. 专用木工机床

用于大批量生产,专门用在完成某一工件的一个或数个固定不变的工序。例如:燕尾形箱结榫开榫机,圆棒机,木工组合机床,封边机等。

除了上述的分类方法外,还可以按照其它特点来分类,如按木工机床的加工精度、质量或控制方式等。随着家具木工机械的发展,木工机床的分类方法也在不断地发展着。

二、木工机床的技术规格

木工机床的技术规格是表示木工机床尺寸大小与工作能力的参数。一般是指尺寸参数、运动参数和动力参数,其主要内容有下列六个方面:

(1) 主参数。这个主参数是表示木工机床的工作能力与影响木工机床基本结构的主要参数,通常以所能加工的最大尺寸来表示。对于有的木工机床,为了更完整地表示其尺寸大小与工作能力,还需要有第二主参数。表1-1为部分木工机床主参数和第二主参数的示例。当主参数难以用加工的最大尺寸来表示时,也可以采用其它技术参数来表示,如微波干燥机的主参数为微波功率等。

表 1-1

部分木工机床的主参数和第二主参数

设备名称	主 参 数	第二主参数	设备名称	主 参 数	第二主参数
跑车木工带锯机	锯轮直径	—	木工磨光机(砂光机)	加工宽度	—
单面木工刨床	最大刨削宽度	—	立式单轴榫槽机	最大榫槽宽度	最大榫槽深度
单轴木工铣床	最大工件厚度	工作台面宽度	普通木工车床	最大车削直径	最大工件长度
单头直榫开榫机	加工榫头长度	—			

(2) 木工机床主要工作部件的运动尺寸范围等。

(3) 木工机床主运动的变速范围及级数,进给运动的进给量范围及级数,快速移动速度等。

(4) 木工机床主电动机功率,进给电动机功率。

(5) 木工机床轮廓尺寸(长×宽×高)。

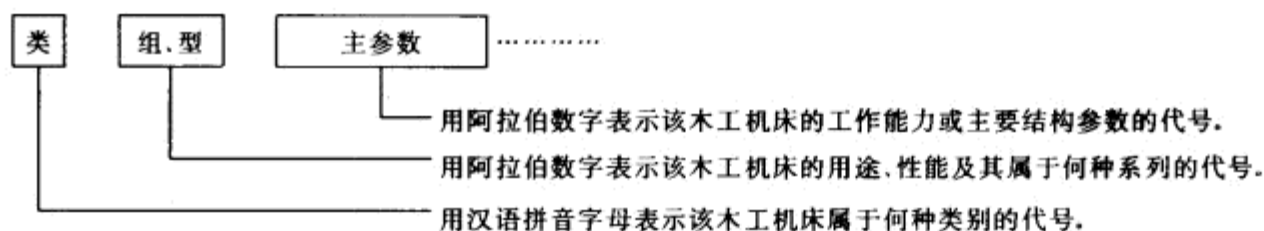
(6) 木工机床质量。

这些主要内容是了解、选择、布置、安装与使用木工机床的基本依据,也是改装和设计木工机床的重要技术参数。

三、木工机床型号的编制办法

任何一台木工机床的名称,应该明确而完整地表示其类别、主参数、性能及结构特性。但不少的木工机床名称却十分冗长,书写和称呼都很不便。例如:锯轮直径为1060mm的普通木工带锯机,其名冗长,倘若用型号MJ3110来表示,显然既简单又明确,便于使用部门的选用和管理、科学部门作系统分析研究,还可体现出木工机床发展的过程。

所谓型号,就是将品种繁多的木工机床,按一定的编制方法(规则),赋予每台木工机床产品的具体代号。所谓一定的编制方法,就是将木工机床按类、组、型(系列)及主参数等这一顺序来组成一个型号。



例如: MJ348, MJ表示木工锯机, 34表示细木工带锯机, 8表示锯轮直径为800mm。

上述三部分的代号为组成木工机床型号的基本内容, 有时为了进一步表明某一木工机床的特殊性, 在上述三项代号中还可以加入其它代号加以说明之。

目前我国木工机械型号编制方法除执行GB 12448—90外, 部分生产厂还执行原林业部颁布的人造板机械设备型号编制方法(LY 512—81)。故在选用设备时应注意两个标准的含义, 不要混淆。

木工机床型号示例:

- (1) 锯片直径为400mm的手动进给木工圆锯机, 其型号为: MJ104。
- (2) 锯轮直径为1060mm的跑车木工带锯机, 其型号为: MJ3210。
- (3) 锯轮直径为1060mm的跑车(左向)木工带锯机, 其型号为: MJ(Z)3210。
- (4) 加工最大宽度为500mm、带数显的单面木工压刨床, 其型号为: MBX105。
- (5) 钻孔最大直径为50mm的立式单轴木工钻床, 其型号为: MZ515。
- (6) 钻孔最大直径为50mm、排数为4的多排多轴木工钻床, 其型号为: MZ745×4。
- (7) 最大榫槽宽度为20mm×20mm的立式单轴榫槽机, 其型号为MS362。
- (8) 床面上最大车削直径为600mm的带端面车削又经第二次改进设计的普通木工车床, 其型号为: MCD616B。
- (9) 砂盘直径为800mm的单盘砂光机, 其型号为: MM118。
- (10) 焊接锯条最大宽度为200mm的锯条焊接机, 其型号为: MF4020。
- (11) 最大加工宽度为90mm的手提平刨, 其型号为: MT209。
- (12) 开榫榫头最大长度为160mm的单头直榫开榫机, 其型号为: MD2116。



第二章 锯 机

锯机是木材加工中广泛使用的一种设备,按锯具类型可分为带锯机、圆锯机、排锯机等。在GB 12448—90中木工锯机的类别代号为“MJ”,读作“木锯”。其组别代号如下:纵锯圆锯机为“MJ1”,横截圆锯机为“MJ2”,带锯机为“MJ3”,往复锯为“MJ4”,链条锯为“MJ5”,锯板机为“MJ6”等。木工锯机用于将原木、方材锯切成一定规格尺寸的成材,或将成材及各种人造板锯切成各种规格的毛料或净料,以及用做木制零件的截头、锯企口槽等。锯机是木家具生产中的主要设备之一。

第一节 带 锯 机

带锯机是以环状无端锯条作为锯具,安装、张紧在两个锯轮上并朝一个方向连续运动的机床。带锯机是目前应用最为广泛的一种锯机,它亦是我国制材工业中的主要制材机械之一。

带锯机按锯轮直径可分为三类:1500mm(60in)以上的为重型带锯机;1000~1370mm(42~54in)者称为中型带锯机;900mm(36in)以下为轻型带锯机。按锯机的用途可分为:原木带锯机[图2-1(a)、(b)],主要用于将原木锯解成方材或板材;再剖带锯机[图2-1(c)、(d)、(e)],主要用于将毛方、厚板材、厚板皮等再剖成薄板材;细木工带锯机[图2-1(f)],主要用于较小零件的加工或外形为曲线的零件的加工。按锯轮布置的位置不同带锯机有立式和卧式之分。一般应用立式占多数;卧式常用于锯解厚板皮或贵重原木,特别是锯解板皮比较方便,锯切质量也较好,故使用逐渐增多。

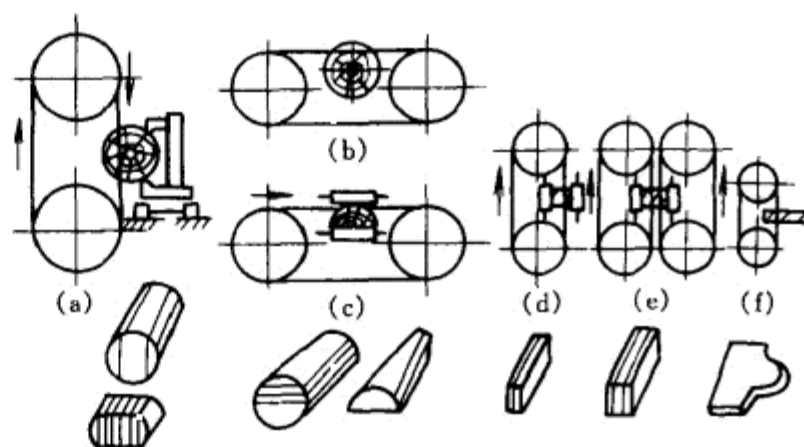


图 2-1 带锯机的分类简图

- (a) 原木带锯机 (b) 原木卧式带锯机
(c) 再剖卧式带锯机 (d) 再剖带锯机
(e) 双联再剖带锯机 (f) 细木工带锯机

一、原木带锯机

原木带锯机,俗称大带锯。锯轮直径一般在1m(42in)以上,立式居多。原木带锯机通常有两大组成部分:完成切削原木主运动的主机和夹持原木并完成进给运动的跑车。在有些较为完善的原木带锯机上,还带有上木、翻木以及板材输送等辅助装置。

原木带锯机的主要优点是:主切削速度高(45~60m/s),使用锯条较其它锯机如框锯机、圆锯机要薄,锯路小,切屑少,属于开式制材,易实现看材下锯,有利于提高出材率和锯材质量。其缺点是:由于锯条较薄,自由长度较大,因而锯割中刚性较弱,易产生振动,影响加工质量,对操作工人的熟练程度和修锯技术要求较高等。

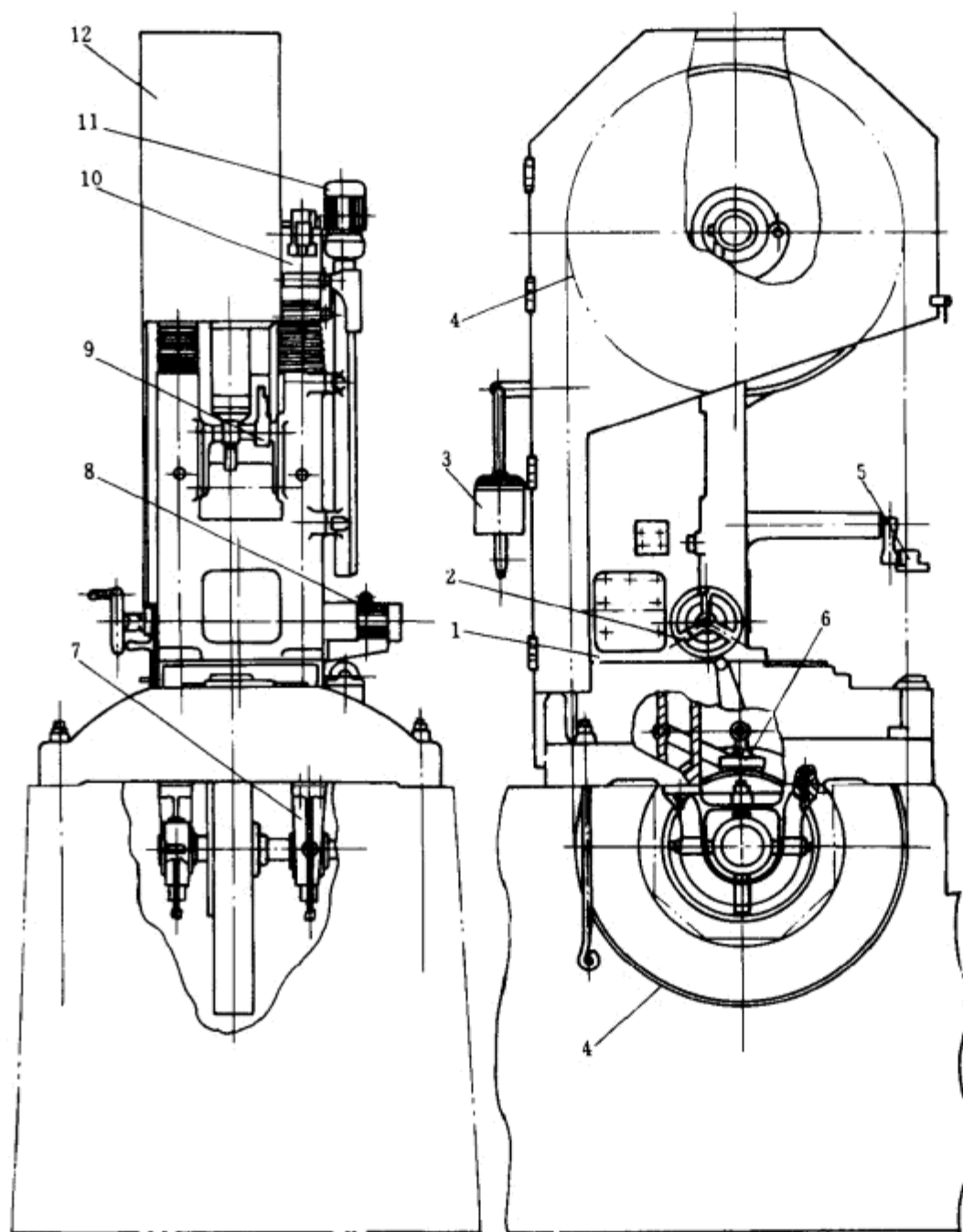


图 2-2 带锯机主机外观图

1—床身 2—手轮 3—重锤 4—上下锯轮 5—锯卡 6—制动装置
7—挂脚 8、11—电动机 9—杠杆 10—托架 12—防护罩

(一) 主机

原木带锯机外观图如图2-2所示。主要由床身,上、下锯轮,锯轮升降及倾斜装置,锯条张紧装置,锯卡,传动机构,制动装置及防护罩等组成。

床身1通常由机座和机身组成,主要用于支撑上下锯轮,常用材料为优质铸铁或铸钢,床身除有分段式外,亦有采用整体式。床身通过机座安装在混凝土基础上。

上下锯轮4用于安装带锯条,是实现切削原木主运动的主要部件。下锯轮通过挂脚7安装于机座下面,由电动机通过V带驱动。下锯轮为主动轮,其质量一般为上锯轮的2.5~5倍,使它能起飞轮作用,以调节锯切时由于原木的材性不匀而引起的速度变化和缓和锯条焊缝处与锯轮的摩擦所引起的冲击。同时,可相对地减轻轴承的负荷。因此,下锯轮的结构常采用整体式的铸铁或铸钢圆盘,且需经过静平衡试验。

上锯轮安装于床身的托架10上,为从动轮。为了便于起动和停止,其质量应尽量轻些,常采用幅条式结构。为了更换锯条及将锯条正确地安装在锯轮上,上锯轮设置有升降及倾斜调整装置。上锯轮的升降可通过手轮2或电动机8实现。上锯轮的倾斜与升降装置为同一机构,倾斜调整时只需拉开离合器即可。倾斜调整的的目的是使高速回转的锯条在工作时不致因受锯切木材的阻力而脱落。为了保持锯条在锯切过程中始终保持一定的张紧力,大多数类型的带锯机都设有锯条自动张紧装置。带锯条的张紧装置有多种形式,图中3、9为应用最普遍并能自动张紧的机械式杠杆重锤装置。此外,亦可采用气压或液压张紧装置。

为了保持锯路平直,防止锯条振动,在锯条锯切边设置有锯卡装置。锯卡有上下一对,下锯卡固定于机座上,图中上锯卡5则安装在可沿导轨垂直升降的悬臂架上,使上锯卡可随锯路高度不同而调节。上锯卡升降除原有部分采用手工操作外,现大部分已改为机械动作。图中11为上锯卡升降用电动机。

为了缩短更换锯条所需辅助时间,或遇意外事故时迅速停机,一般在机座上端设置有制动装置6。

防护罩12是为防止锯条断裂或从锯轮上脱落等引起的工伤或机械事故而设置的,常用木板或钢板制成。

为了及时清除锯轮表面所粘着的锯屑、油污等杂物,保证锯条与锯轮间的良好接触,常设置黄铜刮板,利用重锤使两刮板保持与上、下锯轮周面相接触,达到清除锯屑的作用。

(二) 跑车

跑车亦称行车、送材车。图2-3所示为MJ3215型带锯机跑车外观图。主要由车架、车桩、侧向进给装置、纵向行走传动装置、自动退避装置以及车上翻料、卸料等辅助装置所组成。

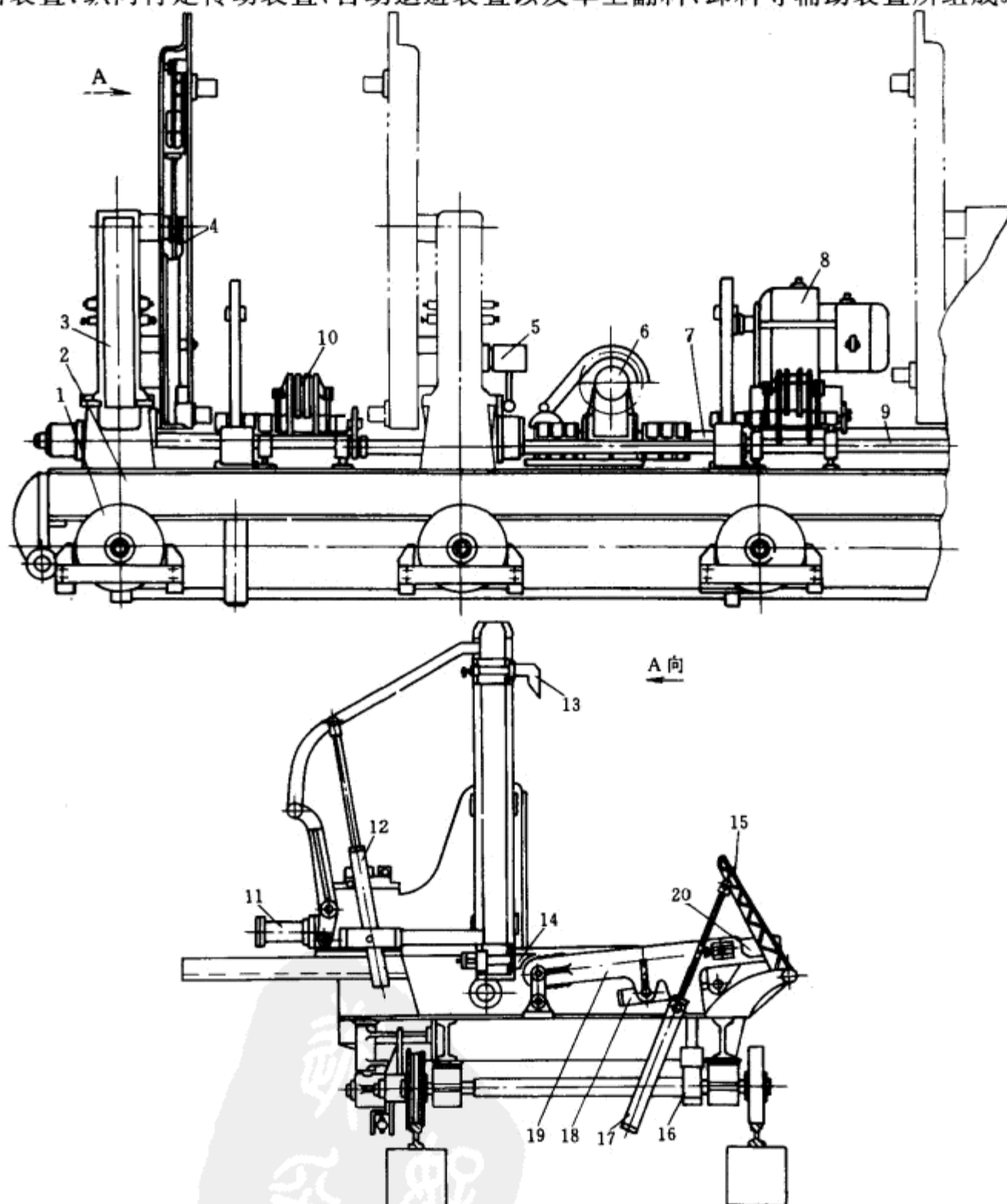


图 2-3 MJ3215型带锯机跑车外观图

- 1—车轮 2—车架 3—车桩 4—杠杆机构 5—摇尺装置 6—摇尺减速器 7、9—长轴
8—翻料减速箱 10—翻木链条 11—车桩微调油缸 12—卡钩油缸 13—上卡钩 14—下卡钩 15—卸料臂
16—翻料臂油缸 17—卸料油缸 18—翻料小臂油缸 19—翻料臂 20—翻料小臂

跑车的车架以往一般都用干燥而坚硬的木材制造,而现代化跑车的车架大多采用型钢焊接而成,其长度一般为6~8m。车架下面有4~5对车轮支撑,靠近锯条一侧为平面型;远离锯条一侧为导向用的“V”型槽轮。

图中车桩3又称卡木桩,由夹紧和立桩微调装置组成,用于原木的夹紧和定位。其数量根据需要可设3~5组。MJ3215型带锯机跑车上为4组。原木夹紧可为手工操作,但劳动强度大,辅助时间长,而且工人需在跑车上操作不安全,目前已改用机械、液压或气压。MJ3215型带锯机跑车上,卡钩13伸出的距离和原木的卡紧是采用液压方式。图中12为原木卡紧油缸。立桩微调,即某一立桩相对于其它立桩作位置的移动,以适应原木的形状或工艺上的需要。过去的老式跑车立桩微调采用手工操作,现在大部分已改为机械或液压方式。

原木侧向进给装置是跑车的机构,原木锯切的尺寸精度在很大程度上是由它决定的。在老式跑车上是由人工扳动摇尺来实现的,目前几乎完全被机动所代替。MJ3215型带锯机跑车上侧向进给是由电动机,经皮带、蜗轮蜗杆副6减速,通过长轴7上的四个齿轮,带动立桩下的四根齿条,实现使跑车上四组车桩同步侧向进给或后退。立桩的侧向进给还可以采用油马达、步进油缸等其它方式来实现。侧向进给的控制方式,常用的有数控、自整角机同步传动及电接触控制等,其中以自整角机同步传动应用较多。

跑车纵向行走装置,是使跑车沿轨道实现纵向进给或快速返回运动,并要求能够无级调速,MJ3215型带锯机跑车上采用。其它传动方式有:摩擦轮式跑车行走装置,液压-机械传动方式,可控硅控制的直流调速系统等。

自动退避装置又称车摆装置。其作用在于当跑车刚开始返程时,能使车架相对于锯条横向移动(退避)一个小距离(一般在8~25mm),避免带锯条因和原木锯切的表面摩擦、碰撞而造成损坏或脱落等事故。而当跑车重又进入工作行程时,该装置又可使车架自动反向横移(前进),以补偿上述退避的距离。因此,车摆装置是跑车上的特殊装置,它常被安装在跑车下面两端的车轴上,并用连杆相连,以保证该两组车摆同步动作。车摆的结构形式有多种,常见的有斜齿啮合式、平面摩擦式、丝杆螺母式以及液压、气压等方式。MJ3215型带锯机跑车上,车摆是采用丝杆螺母的形式。

为了适应原木外形和加工工艺的要求,原木需在跑车上作一定的翻转。MJ3215型带锯机跑车上是采用大小翻料臂的链条式翻料器。该翻料器共有三组,分别安装在四个卡木桩之间,由翻料臂19、翻料小臂20和翻料链条10所组成。小臂和翻料臂是铰接的,它们在油缸16、18的推动下,既能单独动作又能同时动作,以适应各种翻料的需要。车上翻料装置除上述链条式外,还有滚轮式和齿圈式等。

卸料装置用于锯切结束、卡钩放松后能顺利地推下最后一块板皮(或板材)。MJ3215型带锯机跑车上采用的卸料装置,是由卸料油缸17推动卸料臂15而实现。

原木带锯机操作时,必须要求操作人员熟悉机床性能,熟练掌握操作技术,思想集中,有条不紊地进行正确操作。进锯速度应根据实际情况灵活掌握,快慢得当。遇有树节须放慢速度,若进锯速度过快,不但会加快锯齿刃口变钝,甚至导致锯齿出现裂口及折断等事故。跑车倒车时,应注意木料与带锯条之间的位置,以免碰撞带锯条而发生事故。跑车须待摇尺后再行进锯,不允许边摇尺边进锯,以防木料带落带锯条。锯割过程中,如发现带锯条有嗒嗒等异声,一般为带锯条开裂的迹象,应立即停车检查。待机停车时须扳动制动装置,或任其自然停转。

表2-1列出了一些国产跑车木工带锯机的主要技术参数。

表 2-1

跑车木工带锯机的主要技术参数

技术特性	MJ3210	MJ3210B	MJ3211A	MJ3212B	MJ3215	MJ3215A	MJ3218
锯轮直径/mm	1067	1060	1118	1250	1500	1500	1800
锯轮转速/r·min ⁻¹	720	800	800	750	600	488	410
两锯轮最大中心距/mm	1850	1920	1920	2200	2800	2650	3450
两锯轮最小中心距/mm	1650	1800	—	2050	2550	2450	3250
锯条长度/mm	7050	7170	7352	8320	—	—	12550
锯条宽度/mm	105	127	150	165	200	200	254
锯木最大直径/mm	800	800	800	900	1500	1500	1800
锯木最大长度/mm	—	8000	8000	8000	8000	8000	—
跑车前进最大速度/m·min ⁻¹	46	60	48	70	60	50	30
跑车后退最大速度/m·min ⁻¹	56	100	80	130	100	100	60
电动机总功率/kW	29.5	≈43	27	≈50	≈94	≈85	≈112
机床总质量/kg	3000	—	5500	7000	16500	—	—
生产厂	—	信阳木工 机械厂	邵武木工 机械厂	沈阳带锯 机床厂	沈阳带锯 机床厂	信阳木工 机械厂	信阳木工 机械厂

二、再剖带锯机

再剖带锯机亦称小带锯,主要用于将方材、厚板或厚板皮锯切成较薄的板材。有立式和卧式两种,立式的应用较为普遍。再剖带锯机的基本结构与原木带锯机相似,只是锯轮直径稍小,有些机构略有不同,而区别较大的是其进给机构。

(一) 立式再剖带锯机

目前,国产的再剖带锯机中,采用手工方式进给者仍占相当比例。手工进给对加工工艺变化的适应性强;但工人的劳动强度高,还易得职业病,故应尽可能采用机械进给的方式。

图2-4所示为机械进料台式再剖带锯机的外观图。工作台5为铸造平台,水平地安装在机座上以支承被加工的板方材。为减轻进料时的摩擦力,在工作台的前后各装有一个滚筒6。工作台中间有一燕尾插板,可供装卸带锯条之用。工作台上装有可移动的导尺3,以便调整再剖板材的厚度规格。

机械进给的类型很多,图2-5所示,有滚筒式、履带式 and 小型跑车等方式。图中(a)、(b)、(c)为立式滚筒进给装置,它利用带尖刺的滚筒2(俗称“菠萝蜜”)的回转来实现毛料3的纵向进给。滚筒2可随着毛料厚度的变化而自由摆动,亦可利用重锤、弹簧或气压装置使它对毛料始终有一横向压紧力。滚筒表面的尖刺可增加滚筒与毛料之间的咬合系数。滚筒一般制成整体式(图2-3中4),但亦可制成分段式,如图中(c)。移动导尺4的类型,除可采用平面滑动的形式之外,还可采用若干小直径的垂直滚筒,它们可以不带驱动装置,如图中(b);但也可带驱动装置,如图中(c)。上述进给方式主要适用于板皮加工,其共同缺点是需再次加工的毛料返回仍需手工,工人劳动强度仍较大。

图中(d)表示卧式滚筒进给装置。它由若干卧式滚筒2组成,并由驱动装置保证滚筒灵活地正反向回转。当滚筒正转时,毛料3依靠自重和滚筒的回转实现进给运动。滚筒安装时其轴线在与水平面内从与导尺垂直的位置前倾一微小的角度,以便在滚筒回转时能对毛料产生一个轴向的作用分力,协助扶料滚筒6,使毛料紧靠导尺,以保证锯材尺寸。锯完一条锯路后,锯材由输送带送走。传动装置7使扶料滚筒复位至6',需再次加工之毛料3'则由滚筒2反向回转,带回到进给的起始位置。劈刀8既是加工板材的分离装置,又是防止毛料3'返回时撞锯的保险装置。上述进给装置适用于毛方再剖成薄板材。其缺点是进给力靠毛料本身自重做正压力而获得,随毛

料自身重力的减轻,特别是加工到最后阶段,往往进给会不太稳定,易出现跑线等现象。

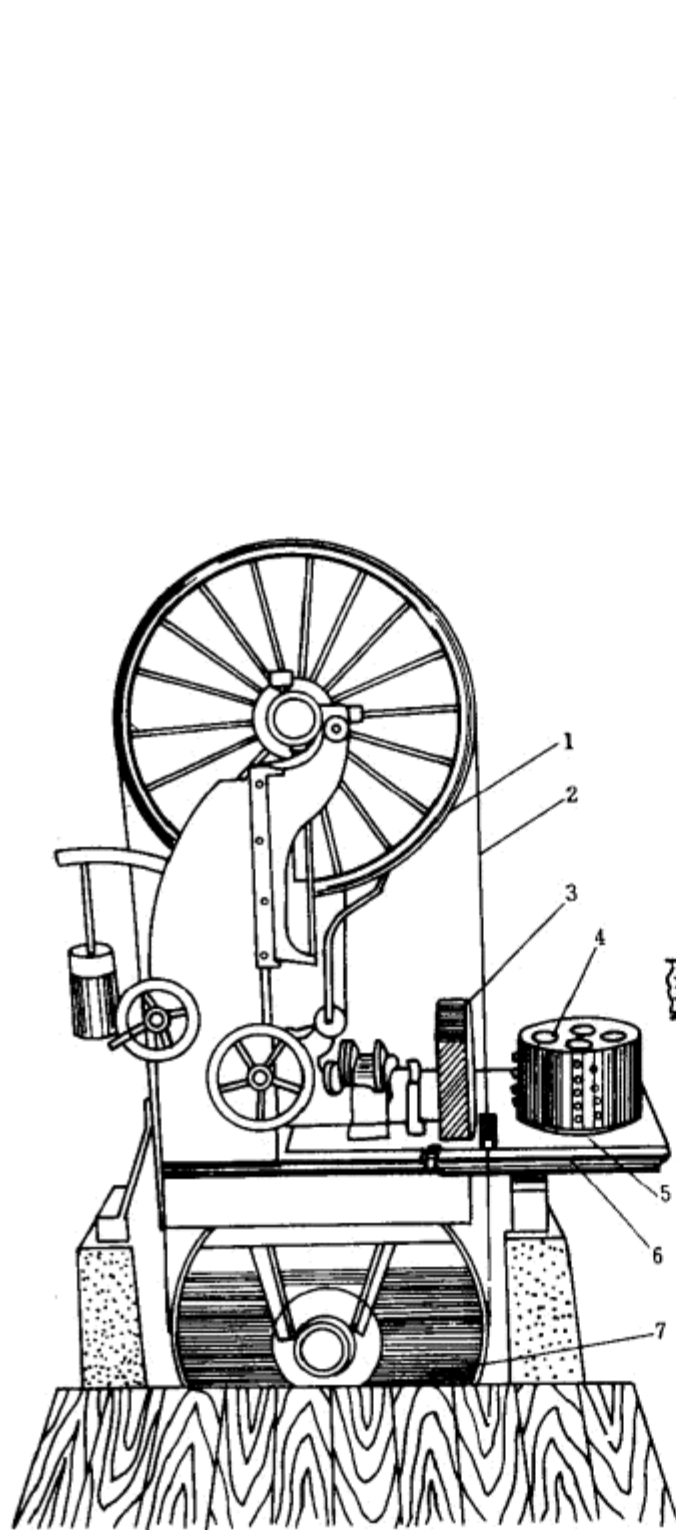


图 2-4 机械进料台式再剖带锯机外观图

1—上锯轮 2—带锯带 3—导尺 4—进料滚筒
5—工作台 6—滚筒 7—下锯轮

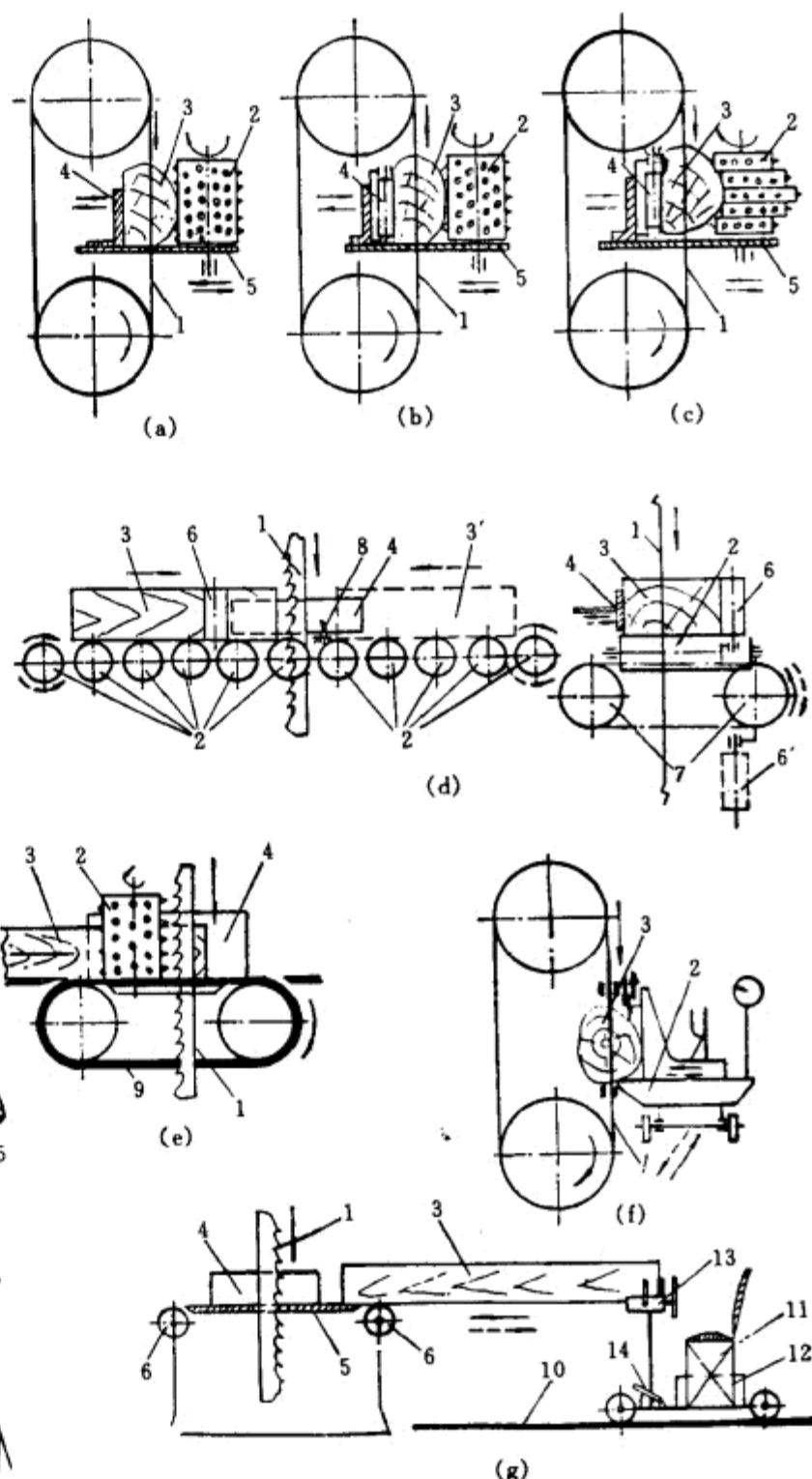


图 2-5 再剖带锯机机械进给方式示意图

(a)、(b)、(c) 立式滚筒进给 (d) 卧式滚筒进给
(e) 尖刺滚筒与履带组合进给
(f) 轻便跑车进给 (g) 小车进给

1—带锯条 2、6—滚筒 3、3'—毛料 4—导尺
5—工作台 7—链传动装置 8—劈刀 9—履带
10—轨道 11—废料仓 12—驱动装置 13—接料台 14—踏板

图中(e)所示为组合进给装置。它由带尖刺的滚筒2与履带9组成。传动系统保证滚筒和履带具有一致的线速度。与立式滚筒进给情况相似,亦适用于板材加工。如配有板材竖立(扶料)机构及回送装置则更好。

图中(f)所示为轻便跑车式进给装置。它相当于一台缩小、简化了的原木带锯机的跑车。尤

其适用于小径级的原木加工。

图中(g)所示为进给小车。小车11安置在轨道10上,通过踏板14控制驱动装置12,使小车或进或退,速度可以无级调节。锯切时,把毛料3的一端搁在小车的接料台13上,另一端则搁在锯机工作台5上,由小车的进退代替手工进料。

上述各类进给装置的驱动常另设专门电动机(也可利用锯机下锯轴上的动力),经减速或变速机构带动进给装置。有级变速一般可用2~3档的滑块齿轮的变速箱;无级变速则大多采用摩擦式无级变速器或可控硅直流电动机调速。

(二) 卧式再剖带锯机

卧式带锯机既可用于原木锯切,也可用于再剖锯切。其中后者应用较多。特别是在板皮加工中,它以已锯切平面作为基准面,锯切平稳,加工质量较好。

图2-6所示为几种卧式带锯机的结构示意图。图中(a)为跑车进给卧式带锯机。在托架1上装有主动锯轮2和从动锯轮3。托架与龙门机架的两侧成导轨结合,由手轮5通过丝杆螺母机构4来调节其高度。工件卡紧在跑车6上,驱动跑车往复实现锯切。图中(b)所示双层卧式带锯机采用滚筒形式进料。此外,还有采用履带进给[图中(c)]等形式。

国产MJ3712型卧式带锯机,设有输送待加工板皮的滚筒上料台,板皮回送装置,以实现板皮锯切的机械化自动作业。该机床操作人员少,劳动强度低,几块板皮可连续通过锯机锯切,故生产率高。

再剖带锯机在开车前必须将活动的或固定的导尺进行调整。因为对于每根锯条,其锯路不可能完全一致,因而调换一次带锯条就需要调整一次导尺。活动导尺的校准是将导尺靠近锯条或标准木方,使指针标尺与标准木方相等为准;固定导尺的校准是用几个标准木方放在导尺与带锯条之间,并使导尺略靠标准木方而加以固定。无论是人工进料或滚筒自动进料,一般可由上、下手协调工作。上手进料目视锯口,步子走正,水平推送木料,木料前端伸出工作台后,由下手接料,与上手步调一致地后退拉料。上手推料至离锯条约50cm处即可松手,由下手慢速将料锯割完毕(或由滚筒自动进给)。手工操作时仍用人工退回木料,而滚筒进给则可操纵滚筒反转退回木料。上下手需紧密配合,以免锯切时左右摆动而造成锯路弯曲,保证加工质量。

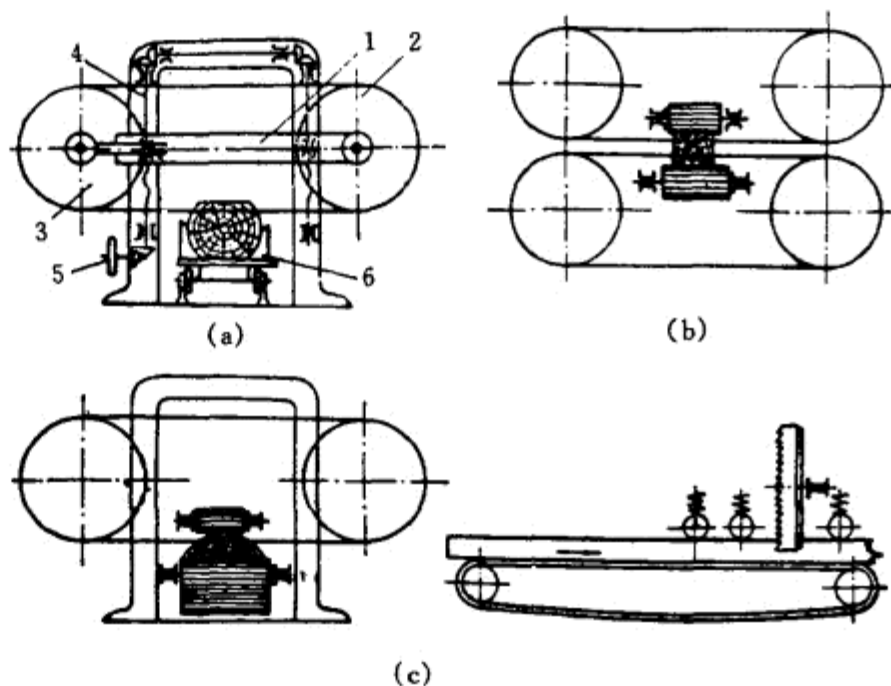


图 2-6 几种卧式带锯机的示意图

(a) 带跑车 (b) 双层、滚筒进给 (c) 履带进给

1—托架 2—主动锯轮 3—从动锯轮

4—调节机构 5—手轮 6—跑车

三、细木工带锯机

细木工带锯机主要用于锯切板、方材的直线、曲线及小于 30° ~ 40° 的斜面,广泛应用于细木工配料及木模等车间。这类锯机结构较简单,大部分采用手工进料。对于大批量生产则可采用自动进料器或改装为机械进料。

图2-7所示为国产MJ344型细木工带锯机的外观图。在结构上与再剖带锯机明显不同的是上锯轮的张紧,一般采用弹簧式,如图2-8所示。上锯轮1与拖板3铰接于销轴9,转动手轮4即

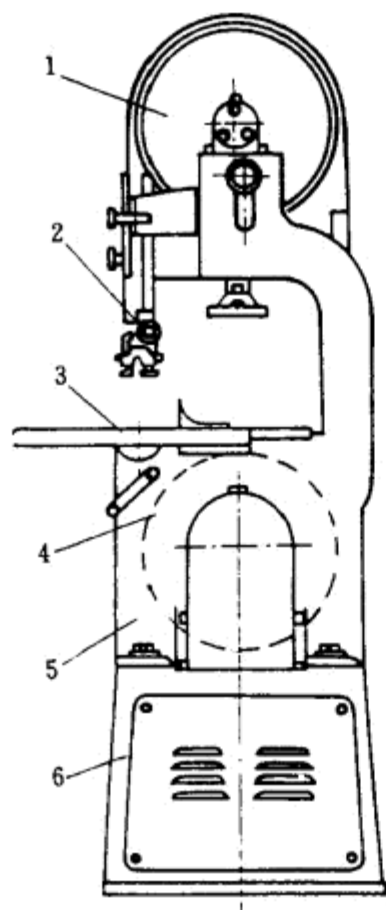


图 2-7 MJ344型细木工带锯机外观简图

1—上锯轮 2—锯卡 3—工作台
4—下锯轮 5 机身 6—底座

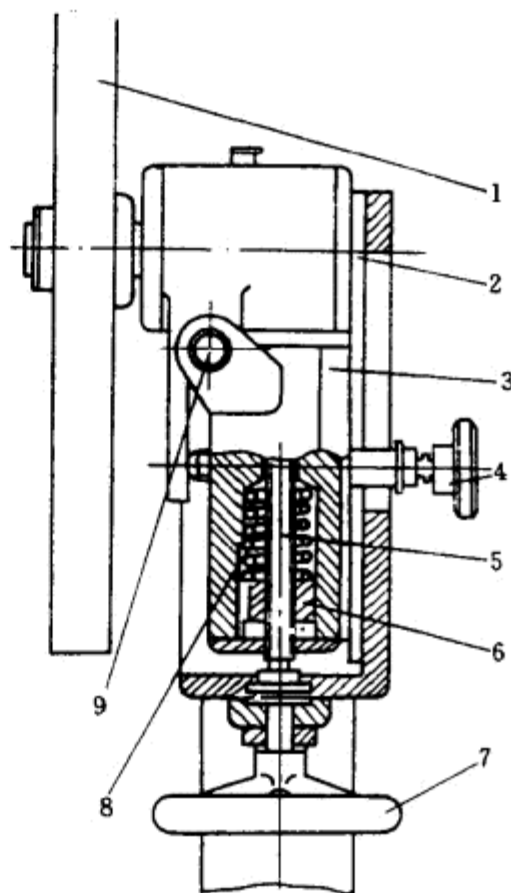


图 2-8 MJ344型细木工带锯机上锯轮结构简图

1—上锯轮 2—导轨 3—拖板 4、7—手轮
5—丝杆 6—螺母 8—弹簧 9—销轴

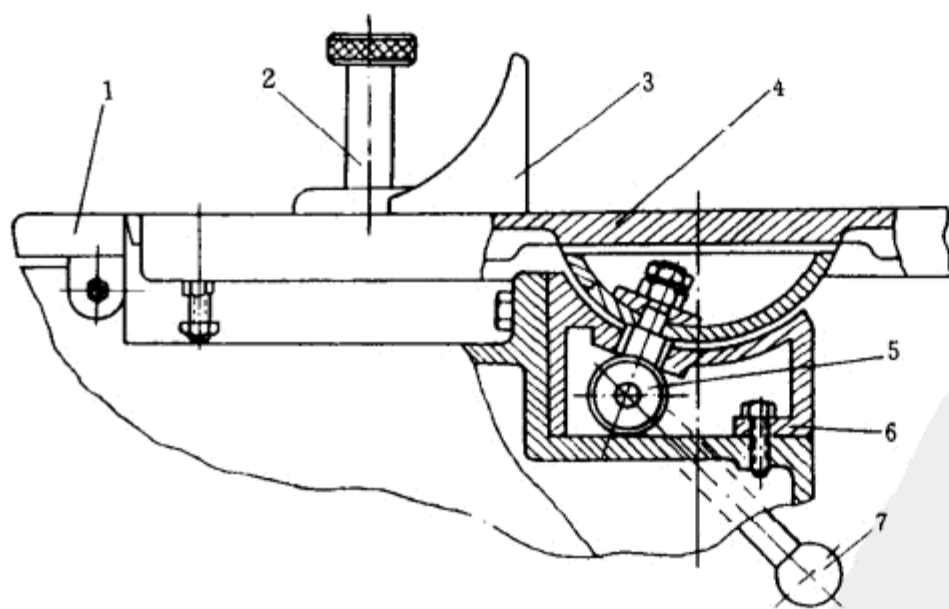


图 2-9 MJ344型细木工带锯机工作台简图

1—固定工作台 2—滚花螺钉 3—导向板 4—活动工作台
5—偏心轮 6—扇形座 7—手柄

合,但一般是由一人操作。操作者面对带锯条而站于偏左方位置,锯切时,左手导引、右手推送

可调节其倾斜度。拖板3装于导轨2内,转动手轮7,通过丝杆5,可使螺母6并通过弹簧8连同拖板3带着上锯轮一起上下移动,改变两锯轮之中心距,以适应不同长度锯条以及锯条张紧的需要。弹簧8起弹性张紧的作用。其次,细木工带锯机的工作台一般都可以作倾斜度在 40° 以内的调节,如图2-9所示。在活动工作台4的下部有一扇形体,它在扇形座6内可根据需要调整活动工作台的倾斜度,并由手轮7操纵偏心机构给予固定。

细木工带锯机在加工大而长的工件时,也需上下手密切配合,

木料,在抵达锯条前或加工小料时,须用木棍推拨。进锯速度以能锯开木材,且使带锯条不致弯曲为宜,过缓则会使木材焦灼。

第二节 圆 锯 机

圆锯机是利用圆锯片锯切木材。其结构较简单,效率较高,类型众多,应用广泛,是木材机械加工中最基本的设备之一。

按切削刀具的加工特征,圆锯机可分为:纵锯圆锯机、横截圆锯机和万能圆锯机。按工艺用途分则有:锯切原木、再剖板材、裁边等类型。而按安装锯片数量又有单锯片、双锯片和多锯片之分,等等。

一、纵锯圆锯机

纵锯圆锯机主要用于对木材纵向锯切。有单锯片、多锯片,手工进给和机械进给等不同类型。如裁边圆锯机、再剖圆锯机和原木圆锯机等都是不同工艺用途的纵向圆锯机。

(一) 手工进给纵锯圆锯机

手工进给圆锯机结构简单,制造方便,适用于小型企业或小批量生产,应用广泛。如图2-10所示。工作台1与垂直溜板5

上圆弧形滑座2相结合,可保证工作台倾斜度能在 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 范围内任意调节,并由螺钉8加以固紧。为适应锯片直径和锯切厚度的变化,溜板5通过手轮3可以沿床身导轨移动,使工作台获得垂直方向的升降,并用手把螺钉4来锁紧。安装在摆动板上的电动机6,通过皮带传动使装在锯轴上的锯片9旋转。为加工不同宽度的木材,纵向导尺12与锯片的距离可以调整,并由螺钉11来固定。横向导尺14可沿工作台上的导轨移动,以便对工件进行横向截断加工;

为适应锯截带有角度的工件,导尺14与锯片之间的角度可以调整,并用螺钉15来固紧。此外,机床上还设有导向刀10、排屑罩7和防护罩13等。国产MJ104型手工进给木工圆锯机就属此种类型。

(二) 机械进给纵锯圆锯机

在大量生产中应尽量采用机械进给圆锯机。根据工艺用途的不同,有多种类型。纵剖板、方材时,以履带进给应用最为普遍。

图2-11所示为各种履带进给纵锯圆锯机的工作原理图。毛料4放置在履带1上,履带1则由主动轮2带动,沿导轨3作进给运动。履带结构使工件运动平稳,工作可靠,工件进给具有精确的直线性,能获得较高的加工质量。图中压紧滚轮7用以防止毛料在加工过程中产生跳动。止逆器

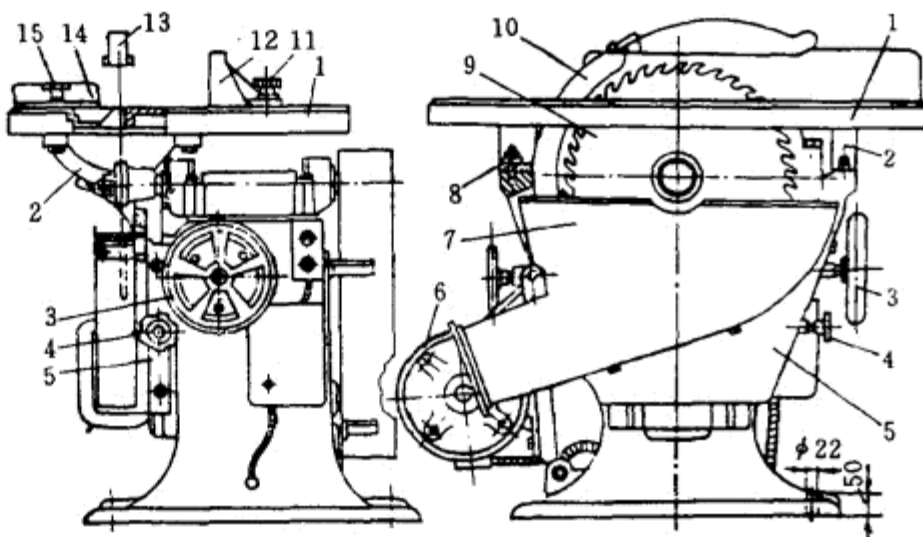


图 2-10 手工进给纵锯圆锯机

- 1—工作台 2—滑座 3—手轮 4、8、11、15—螺钉
5—溜板 6—电动机 7—排屑罩 9—锯片 10—导向刀
12—纵向导尺 13—防护罩 14—横向导尺

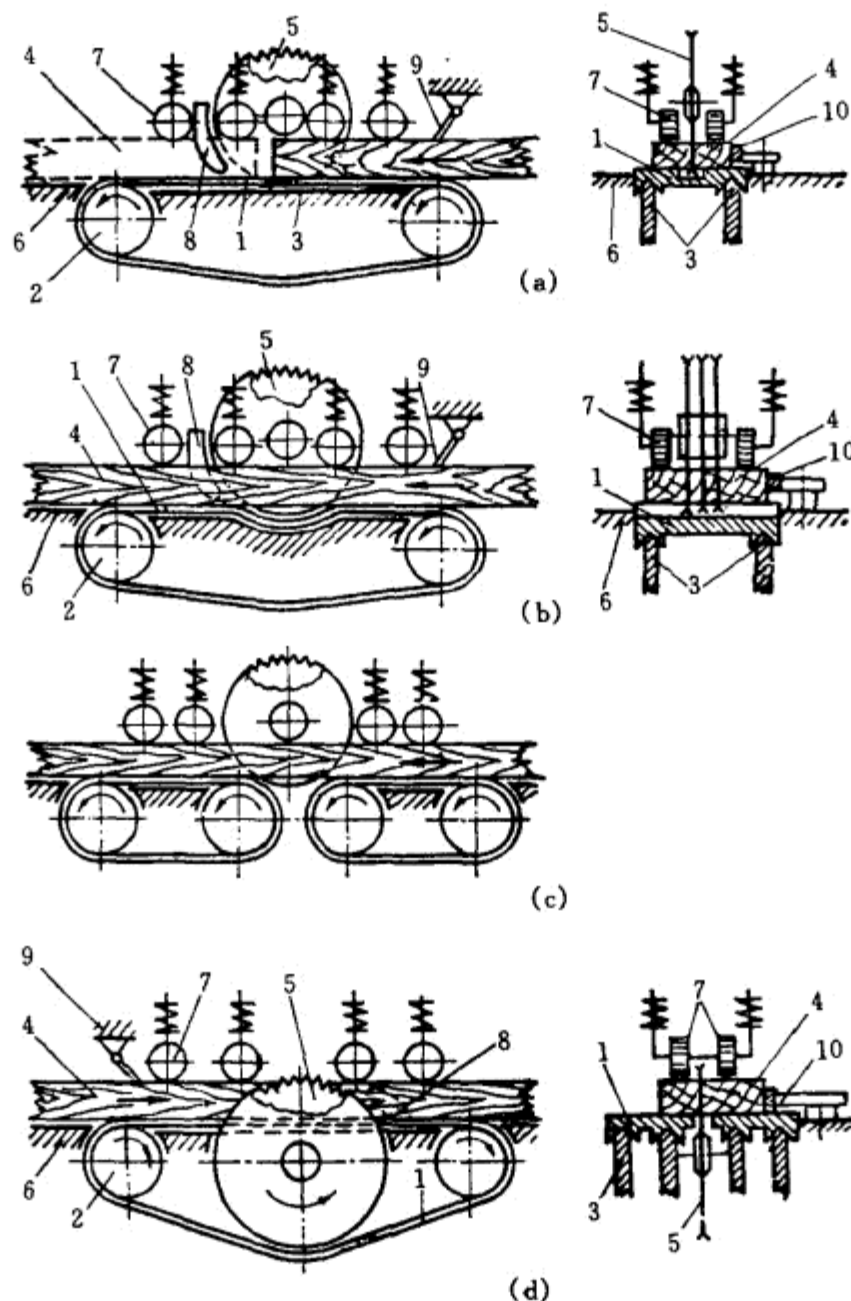


图 2-11 履带进给纵锯圆锯机工作原理图

(a)单锯片 (b)多锯片 (c)双履带 (d)锯轴安装在工作台下部单锯片双履带

1—履带 2—主动轮 3—导轨 4—毛料 5—锯片 6—后工作台 7—压紧轮
8—劈刀 9—止逆器 10—导尺

9用于防止毛料的反弹。导尺10的位置根据需要可以调整。图2-11(a)、(b)、(c)所示三种履带进给圆锯机的共同特点是锯轴安装在工作台面上。其优点是更换锯片方便,在同样锯路高度的条件下,比锯轴安装在工作台下[图中(d)]所需锯片直径要小。锯轴安置在工作台下时,一般采用宽履带,适用于加工较宽的板材和大方材,且锯屑不易落入履带的导轨表面,有利于提高锯切质量。

图2-12所示为滚筒进给纵锯圆锯机的工作原理图。毛料由两对带沟槽(或表面覆有橡胶)的滚筒带动实现进给。如国产MJ154型自动进料圆锯机即属此种类型。

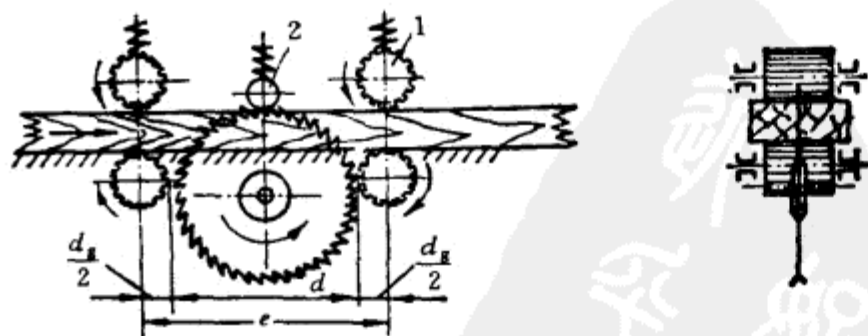


图 2-12 滚筒进给纵锯圆锯机工作原理图

1—槽轮 2—压紧滚轮

滚筒进给圆锯机的锯轴一般安置在工作台的下面,适用于锯切板

条、板材或方材。能锯切毛料的最小长度 L_{\min} 可由下式确定:

$$L_{\min} = d + d_g + 50$$

式中 L_{\min} ——最小长度, mm

d ——锯片直径, mm

d_g ——进给滚筒直径, mm

纵锯圆锯机锯片的旋转运动可以由电动机直接带动,也可通过皮带来传动。进给运动的变速可以采用无级调速,也可采用有级(2~4级)变速器或多速电机。

(三) 多锯片圆锯机

多锯片圆锯机主要用于纵向锯切板、方材,同时还可以对胶合板、纤维板、刨花板等进行规格配料。由履带送进的工件一次通过多锯片时,可获得数块规格板条,生产率较高,适用于家具和细木工板车间使用。

图2-13所示为多锯片圆锯机外观图。床身1采用铸造或钢板焊接结构,床身上安装有工作

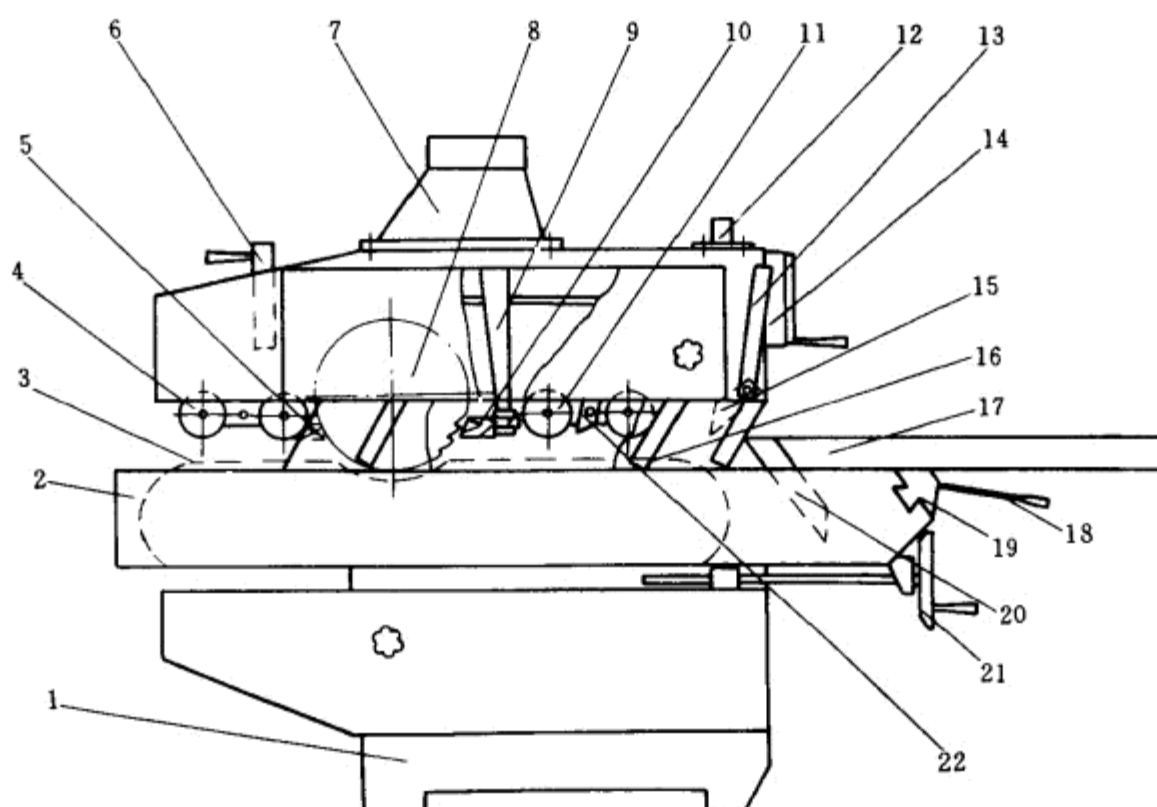


图 2-13 多锯片圆锯机外观图

1—床身 2—工作台 3—进给履带 4、11—压紧滚筒 5、10—压紧板 6、14、21—手轮

7—吸尘罩 8—圆锯片 9—挡屑板 12—套筒座 13—手柄 15、20、22—止逆器

16—防护板 17—导尺 18—锁紧手柄 19—导尺滑块

台2,工作台上安装有进给履带3,工件在履带的牵引下沿工作台和导尺17向锯片作进给运动,进给履带的速度由手轮21调节。圆锯片8由主电动机带动作高速旋转。前、后压紧板10、5和前、后压紧滚筒4、11对工件起压紧作用。止逆器15、20、22用于防止锯切时工件反弹。吸尘罩7、挡屑板9用于锯屑的排除。导尺17固定于滑块19上,松开锁紧手柄18,使导尺可在宽度方向调节。套筒座12用于锯片与套筒间的装卸。

多锯片圆锯机的圆锯片,为了节省辅助时间,预先可在套筒座12上与套筒装配成一体,然后再安装到主轴上。由于套筒内孔端部和主轴台肩配合为锥形结构,从而保证了套筒与主轴间安装的同心度。

图2-14所示为多锯片圆锯机锯轴升降和传动示意图。锯轴8由四个密封轴承安装于空心

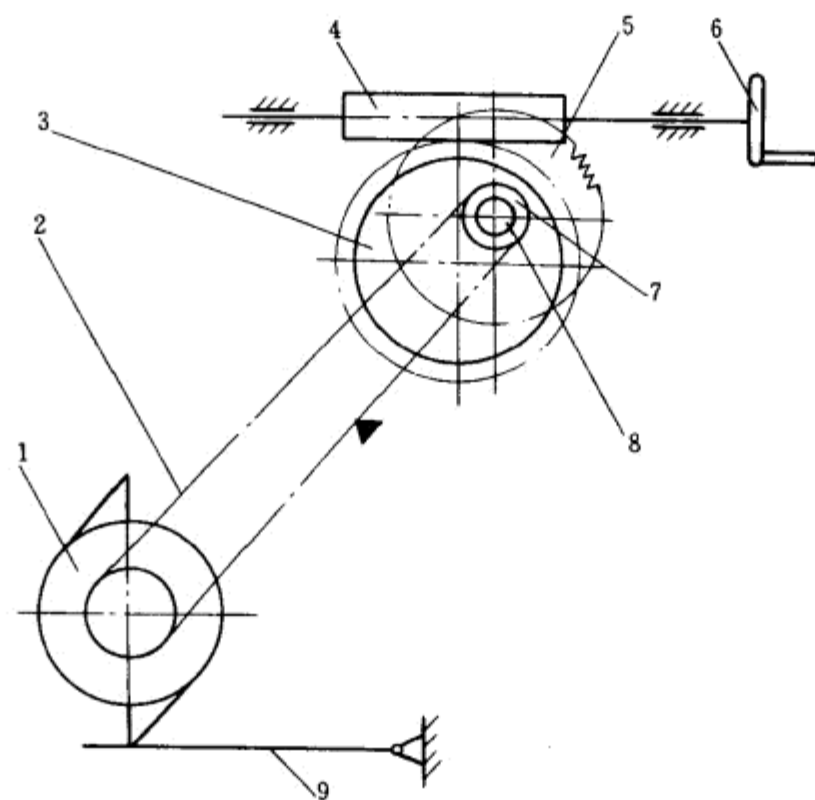


图 2-14 多锯片圆锯机锯轴升降和传动示意图

1—电动机 2—V带 3—空心圆柱 4—蜗轮蜗杆
5—圆锯片 6—手轮 7—皮带轮 8—锯轴 9—底板

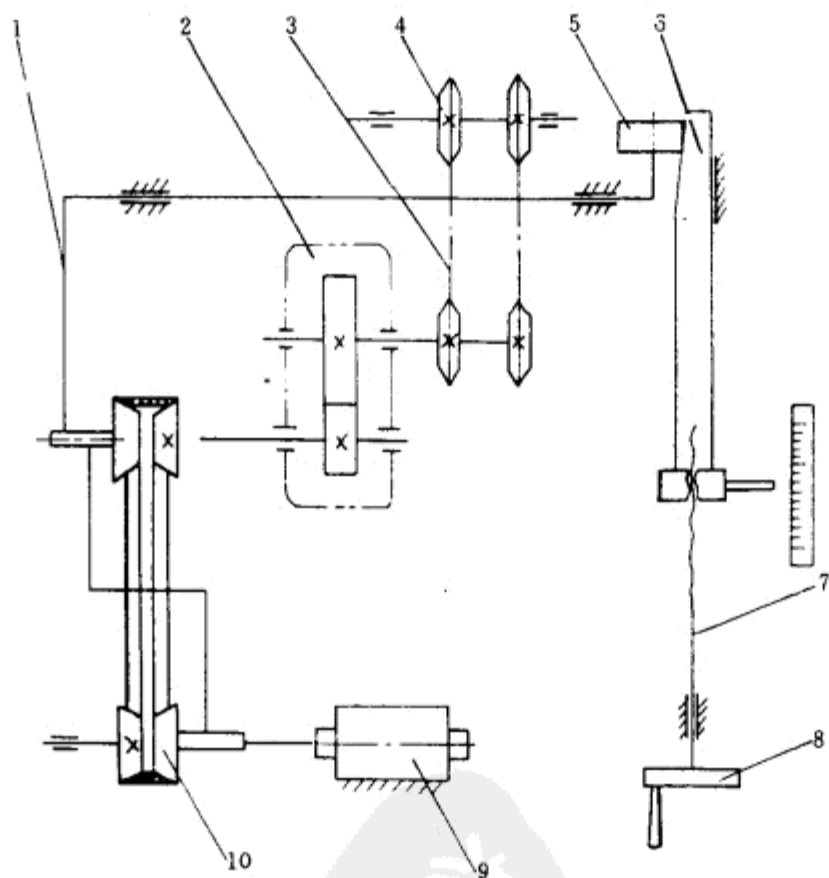


图 2-15 多锯片圆锯机履带进给装置传动系统图

1—变速杆 2—减速箱 3—链条 4—链轮 5—导轮 6—斜面导杆
7—丝杆机构 8—手轮 9—电动机 10—分离锥轮无级变速器

圆柱内,经电动机1通过V带2驱动。为了保证锯轴升降时不影响其传动,电动机1的安装底板9与机架间为铰接。当锯轴升降时,电动机亦随之升降,以保证两带轮间适宜的中心距和皮带的张紧力。锯轴升降,可通过手轮6,蜗轮蜗杆4使空心圆柱3回转,由于锯轴中心线与空心圆柱中心线间有一偏心距,因此,当空心圆柱转动时即带动锯轴作升降运动。

图2-15所示为履带进给装置的传动系统图。进给履带由电动机9,经皮带分离锥轮无级变速器10,齿轮减速箱2和链轮链条4、3传动。变速时可转动手轮8,由丝杆螺母机构7带动斜面导杆6移动,迫使导轮5推动变速杆1,使分离锥轮无级变速器的主、被动皮带轮直径相应变化,从而达到变速的目的,其变速范围为6~48m/min。调节后的速度值可以很方便地从标尺上示出。注意速度调节应在履带运行时方可进行。履带进给力调整方法:打开侧门,放松螺钉,上紧螺套,进给力增加;反之,则进给力减小。调整完毕必须重新锁紧螺钉。

图2-16所示为多锯片圆锯机工件压紧装置原理图,其作用是保证工件在进给时产生一定

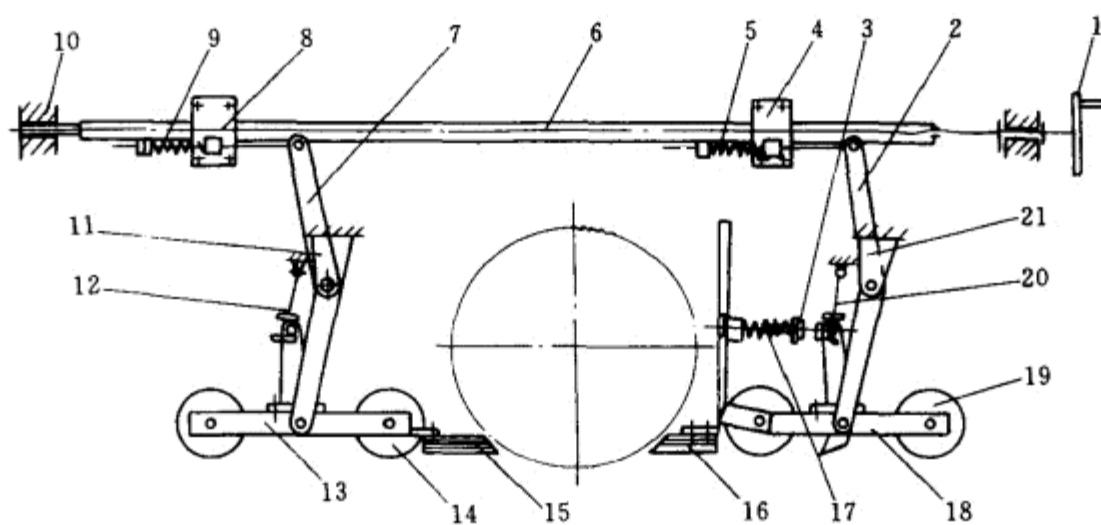


图 2-16 多锯片圆锯机工件压紧装置原理图

1—手轮 2、7—杠杆 3—螺母 4、8—固定块 5、9、12、20—丝杆 6—长轴 10—滑套
11、21—支座 13、18—横梁 14、19—压紧滚筒 15、16—压紧板 17—弹簧

的压紧力,使进给履带对工件有足够的牵引力以及防止工件在锯切过程中的跳动。它主要由四只压紧滚筒14、19分别装于横梁13和18上,并均设有高低位置、压紧力和水平位置的调整机构。前后压紧滚筒高低位置的调整主要通过手轮1使丝杆回转,长轴右端带有内螺纹,当丝杆转动时,长轴6可在滑套10内左右轴向移动,固定块4、8也随之移动。丝杆5、9穿过固定块上的光孔,一端与杠杆2、7铰接,另一端装有弹簧和螺母。杠杆2、7的中间铰支点固定在机架的支座11和21上,其下端与横梁13、18铰接。当固定块4、8向右移动时,丝杆5、9带动杠杆2、7绕支座11、21的铰支点顺时针回转,从而使滚筒位置上升;反之,滚筒位置下降。当调节丝杆5、9左端的螺母时,弹簧的压缩量变化,从而调节了滚筒对工件的压紧力。同一横梁上的两只滚筒水平位置的调整,可通过丝杆12、20上的两只螺母来实现。在加工短料时,必须在锯片前后安装木制压紧板15和16,这种压紧板用户可根据图纸自制。

为了确保安全操作,机床设置了下列安全装置(见图2-12):锯轴左侧旁门装有安全微动开关,在门打开时,机床则无法启动;在门的下面装有防护板16;锯轴升降手轮6上带有止动销,可防止调整后意外旋转;机床设置三组止逆器15、20和22。

机床安装锯片的数量可大致这样确定:电动机每0.74kW功率能锯切1cm厚的木板。假设主电动机的功率为18.50kW,锯切木板的厚度为5cm,则安装锯片的最多数目为 $18.50/0.74=5$ (片)。

国产MJW134A(按新国标应定为MJ144A)型就属此类型。

二、横截圆锯机

横截圆锯机用于对毛料进行横向截断。有单锯片或多锯片,手动或机械进给,由工件或刀架作进给,刀架作圆弧或作直线进给等多种类型。它们的结构在很大程度上取决于加工件的尺寸和对机床生产率、自动化程度等方面的要求。例如:对小批量、小规格毛料,可采用手动进给;对于批量不大的大规格笨重毛料,可采用工件固定,由刀架实现进给运动;但如批量很大则又应考虑采用专门输送带进给的多锯片截断锯等等。

(一) 刀架作圆弧运动进给的横截圆锯机

图2-17所示为吊截锯外观图。它结构简单,整个机身吊挂在横梁上,操作时拉动手把,使其由后向前摆动进行横向锯切。

吊截锯机座5是两块铸铁件或由型钢焊接而成,固定在横梁上,机架上端用小轴与机座连接,可绕其摆动,下端悬空。

锯片1上有防护罩2,使锯片上半部全部盖住,以防止木块及锯末飞出。电动机6装在机架上,通过皮带传动直接使锯轴旋转,皮带外面装有防护罩。平衡重锤7使框架处于原始位置。拉手9使锯片对毛料作圆弧进给运动。国产MJ256型吊截锯即属此类。拉手动作也可由脚踏代替,该形式常称为脚踏平衡锯,国产MJ217型截锯即属此类。目前不少单位已改用液压或气压传动的方式来代替原来的手工操作。

(二) 刀架作直线运动进给的横截圆锯机

这类横截锯比上述吊截锯可获得更好的锯切质量,应用甚广。

图2-18(a)所示为手动形式,锯片安装于工作台之上。刀架(滑枕)1的前端装有锯片3的

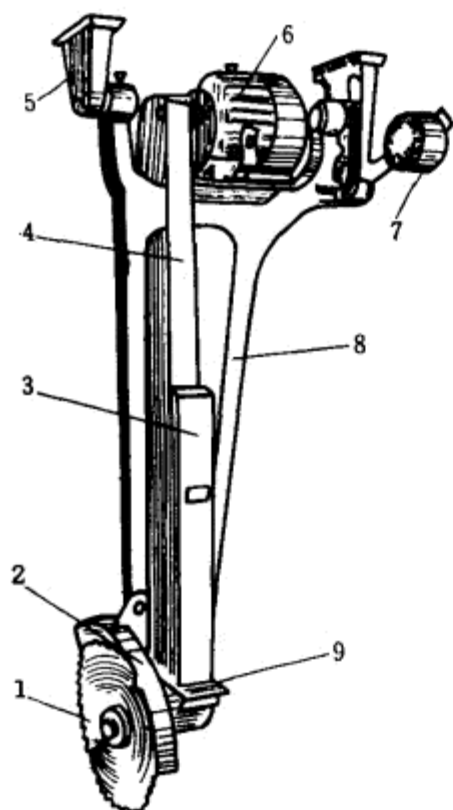


图 2-17 吊截锯外观图

1—圆锯片 2、3—防护罩 4—皮带
5—机座 6—电动机 7—平衡重锤
8—机架 9—拉手

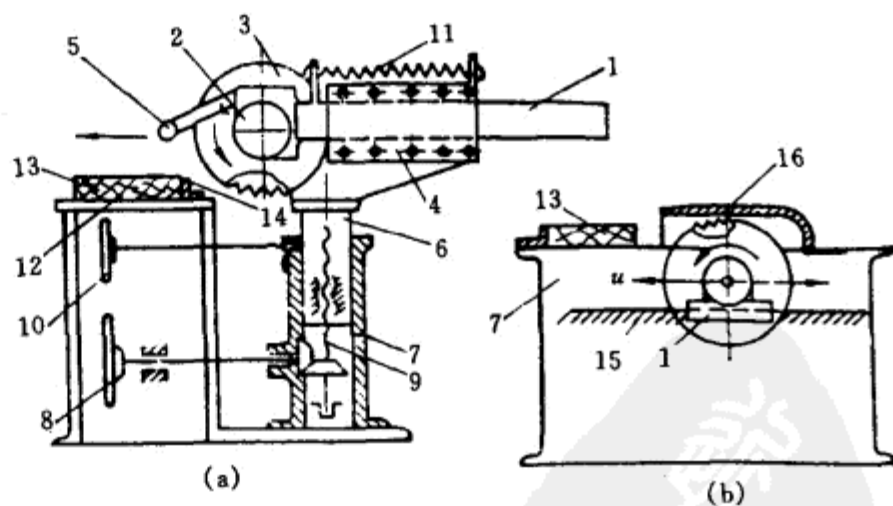


图 2-18 刀架作直线运动进给的横截圆锯机简图

(a) 锯轴位于工作台之上 (b) 锯轴位于工作台之下

1—刀架 2—电动机 3—锯片 4—空心支架 5—拉手
6—立柱 7—机座 8、10—手轮 9、11—弹簧 12—工作台
13—工件 14—导尺 15—导轨 16—安全罩

电动机2, 手工操纵拉手5就可以使刀架在空心支架4中往返移动横截工件。立柱6装于机座7中, 通过手轮8、锥齿轮副、螺杆副可以升降, 以适应锯片直径和毛料高度变化的需要。立柱调整后, 由手轮10锁紧。弹簧11可使刀架复位。刀架置于工作台之下, 如图2-18(b)所示。上述横截锯的进给方式还可以采用机械或液压等方式, 以代替手工操作。

(三) 由工件进给的横截圆锯机

工件进给最简单的方式是手推小车进给。按锯片数可分为单锯片和多锯片两种形式。图2-19所示为单锯片横截圆锯机简图。手推小车6上安放若干块工件5, 小车车轮沿床身上的导轨4移动, 向圆锯片7作进给运动, 实现单边横向截头。小车上的支承横梁1和导尺3作为毛料5的定位基准。

链条挡块式进给机构应用亦甚普遍。图2-20所示为双锯片横截锯。工件3由链条5上的挡块6推动, 沿导轨4前移; 主动链轮7的动力由电动机9, 经变速箱10调速来实现。可动锯片2通过手轮14、螺杆副13、带动溜板11而获得调节, 以适应不同长度工件的横截。端部挡块16和压紧器15用于工件正确定位并得到压紧。该机床仅需把工件放入料箱17即可实现自动供料。多锯片链条挡块进给横截锯, 主要将长材横截成若干块一定长度的成材。圆锯片的数目一般为3~6片, 有时可多达10~20片。

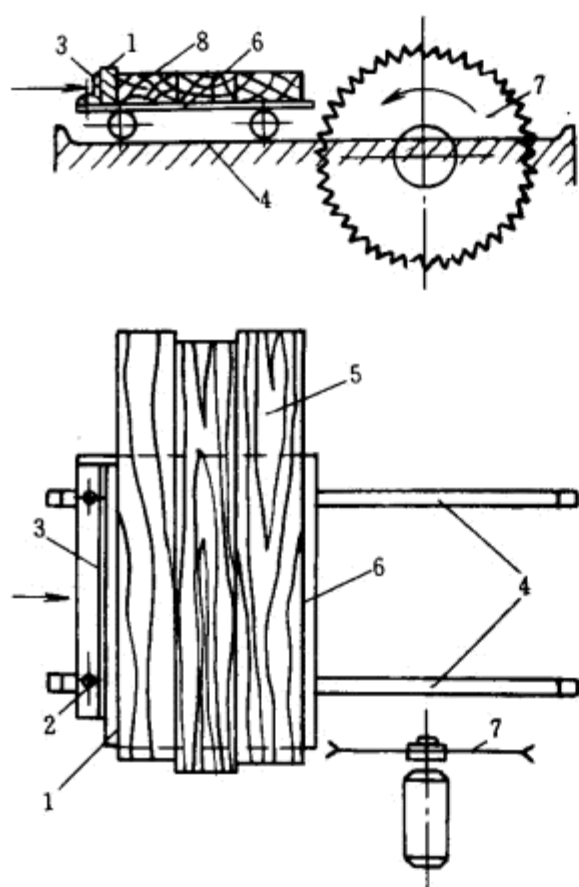


图 2-19 单锯片横截圆锯机简图

1—支承横梁 2—螺钉 3—导尺 4—导轨
5—工件 6—小车 7—固定锯片

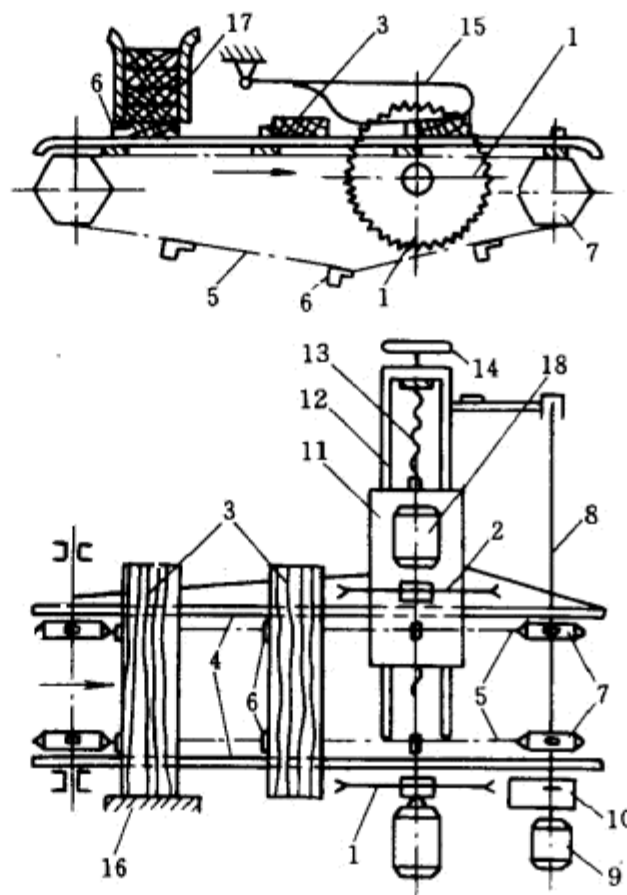


图 2-20 双锯片横截圆锯机简图

1—固定锯片 2—可动锯片 3—工件 4、12—导轨
5—链条 6—挡块 7—主动链轮 8—轴 9、18—电动机
10—变速箱 11—溜板 13—螺杆副 14—手轮
15—压紧器 16—端部挡块 17—料箱

(四) 摇臂式万能木工圆锯机

摇臂式万能木工圆锯机用途广泛, 既可以安装圆锯片用于纵锯、横截或斜截各种板方材, 又可安装其它木工刀具完成铣槽、切榫和钻孔等多项作业。

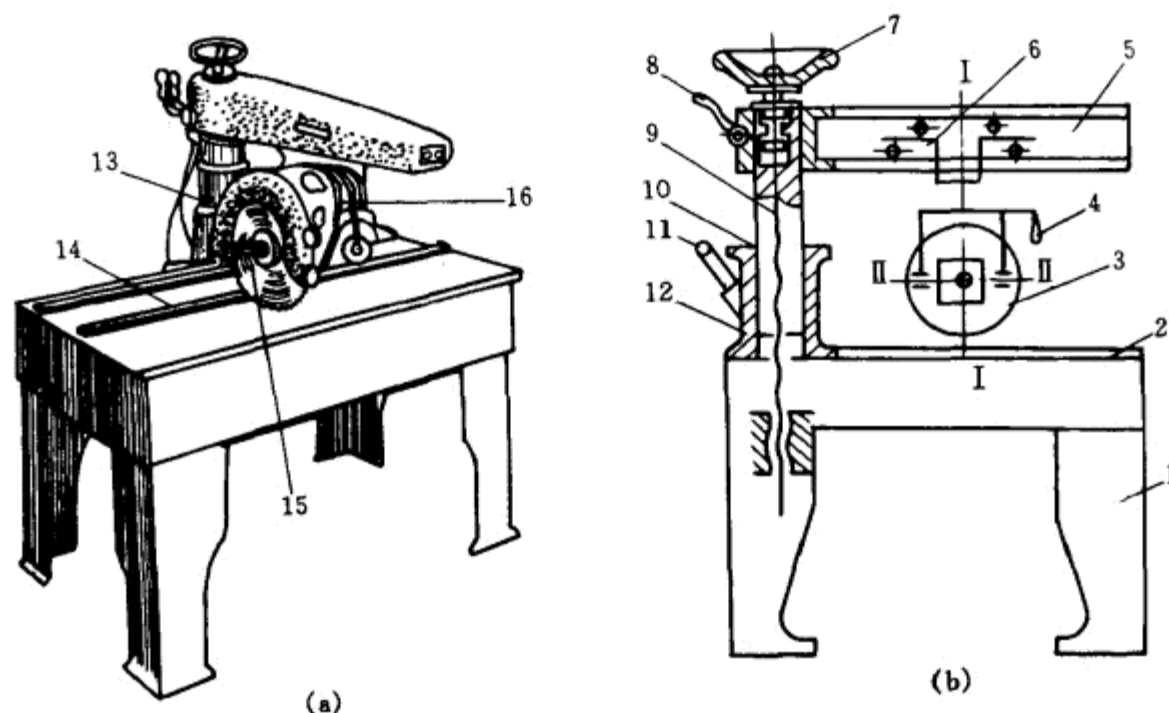


图 2-21 MJ224型摇臂式万能木工圆锯机

(a) 外观图

(b) 结构示意图

1—床身 2—工作台 3—电动机 4、8、11—手柄 5—摇臂横梁 6—复式刀架 7—手轮
9—丝杆 10—立柱 12—套筒 13—防护罩 14—导尺 15—锯片 16—吊架

图2-21所示为MJ224型摇臂式万能木工圆锯机。图中(a)为外观图,(b)为结构示意图。床身1上装有工作台2,工作台上设有若干条嵌槽,以放置可调整的导尺14。立柱10装在套筒12内,旋转手轮7,经丝杆副9,可使立柱垂直升降,并由手柄11锁紧。摇臂横梁5装在立柱的顶端,并可绕立柱在水平面内按需要调整为与工作台导尺成 30° 、 45° 或 90° 角(有的机床可在 360° 范围内任意调节),由手柄8实现摇臂锁紧。特殊的复式刀架6上的吊架16,可绕轴线 I—I 相对于摇臂作 0° 、 45° 和 90° (有的机床可以任意角度)的调整。吊架连同电动机3轴上的锯片15还可以绕轴线 II—II 相对于水平面作 0° 、 45° 或 90° 的角度调整。这些调整运动完成后均可由相应手柄锁紧。刀架由人工操纵手柄4,带动着锯片一起沿摇臂横梁内的导轨移动,对工件进行加工。

表2-2列出了部分国产圆锯机的主要技术参数。

表 2-2

部分国产圆锯机的主要技术参数

技术参数	MJ104	MJ106	MJ109	MJ114 -2	MJ154	MJ217	MJ224	MJ225	MJ256	MJ263	MJ264A
锯片直径/mm	400	600	915	450	450	500 ~700	400	500	650	275	400
最大锯截宽度/mm	280	280	—	900	300	150	—	400	500	220	—
最大锯截厚度/mm	100	220	250	75	80	—	—	120	225	40	140
工作台尺寸/mm	770× 610	1000 ×660	1400 ×900	—	—	—	1250 ×700	1090 ×740	—	650 ×525	—
工作台或横臂升降高度/mm	130	150	—	—	—	—	435	100	—	87	—
工作台或靠板最大 倾斜角度/($^\circ$)	45	—	45	—	—	—	—	45	—	45	25
工作台或锯片行程/mm	—	—	—	—	—	—	670	—	—	—	1800
锯片转速/r·min ⁻¹	3000	1500	900	2920	2800	1535	2930	2800	1550	5700	4142
主电动机功率/kW	3	4	7	7.5	10	7	3.2	4.5	4.5	2.2	3
机床质量/kg	330	40	680	—	830	350	4750	500	280	300	1800

第三节 锯板机

随着木工工艺的改革和人造板的大量应用,尤其是板式家具、建筑室内装饰、电视机壳、音箱加工业等的迅速发展,传统的木工圆锯机无论是加工精度、结构形式以及生产效率等方面都已不能满足生产的要求。因此,各式专门用于板材开料的圆锯机——木工锯板机获得了迅速发展。从生产率较低的手工进给或机械进给的中小型锯板机,到生产率和自动化程度均很高的、带有数字程序控制器或由微机控制的各种大型组合纵横锯板机,品种规格繁多,形式各异。

锯板机的主要用途是把大幅面的板材(基材)锯切成符合一定尺寸规格以及精度要求的各种板件。这些大幅面基材表面可以是未经装饰,也可以是已经装饰后的。通常经锯板机锯切后的规格板件尺寸准确,锯切表面平整光滑,无须再作进一步的精加工就可以进入后续工序(如封边等)。

锯板机按其结构特点可分为带移动工作台木工锯板机,锯片往复木工锯板机和立式木工锯板机。此外,还有多锯片纵横锯板机等。

一、带移动工作台木工锯板机

带移动工作台木工锯板机应用广泛,不仅可用做软硬材实木、胶合板、纤维板、刨花板以及一面或两面均覆贴有薄木、纸、塑料、有色金属或涂蜡克的饰面板等的纵、横或成角度的锯切,以获得尺寸符合规格的板件;同时还可用于各种塑料板、绝缘板、薄铝板和铝型材等的切割;有的机床还附设有铣削装置,可进行宽度在30~50mm之内的沟槽和企口等加工。加工时,工件放在手工推送的工作台上,使工件实现进给运动,十分方便。

图2-22所示为带移动工作台木工锯板机外观图。它主要由活动工作台1,导轨支承架2,安

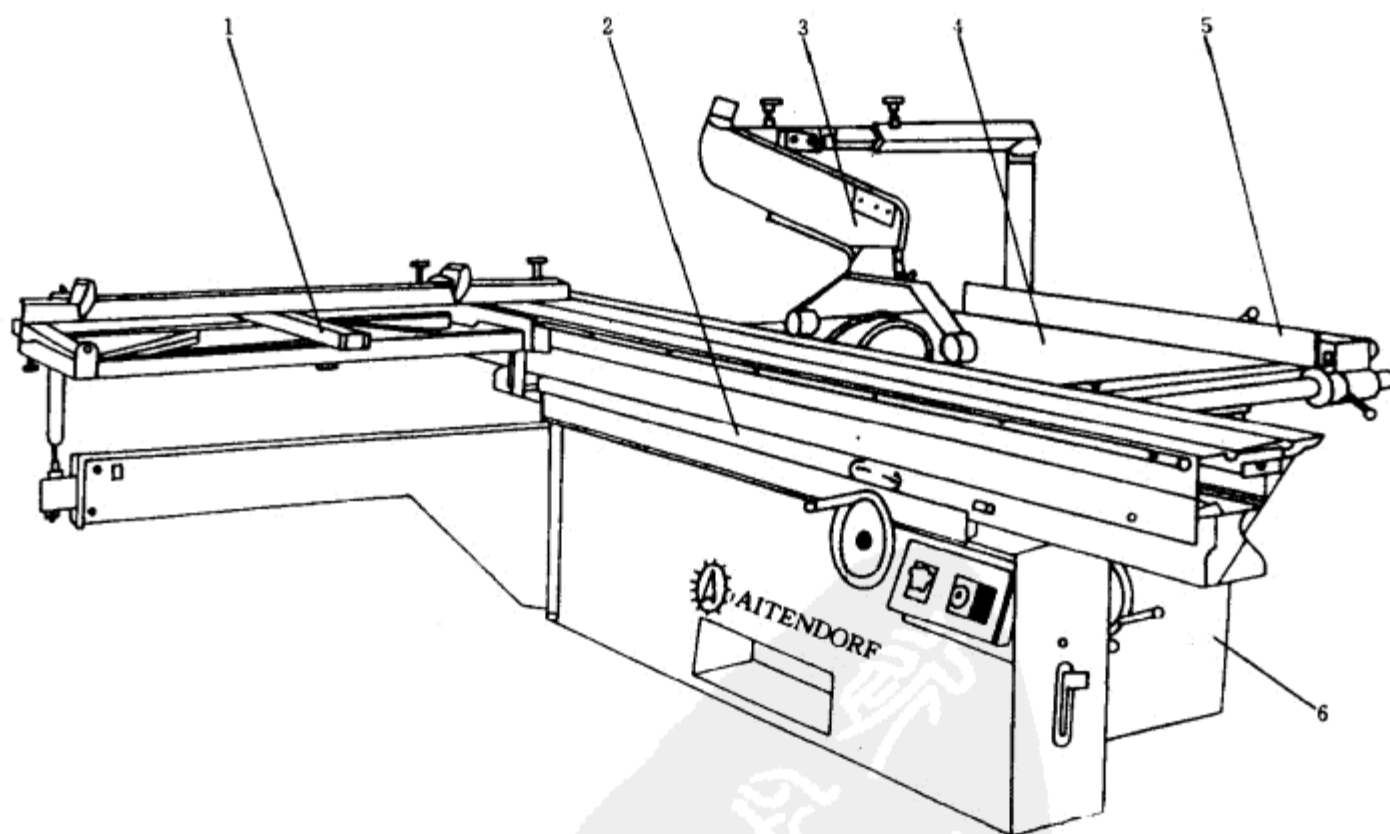


图 2-22 带移动工作台木工锯板机外观图

1—活动工作台 2—导轨支承架 3—安全吸尘装置 4—固定工作台 5—导向装置 6—床身

全吸尘装置3,固定工作台4,导向装置5,床身6等组成。

图2-23所示为带移动工作台木工锯板机结构示意图。

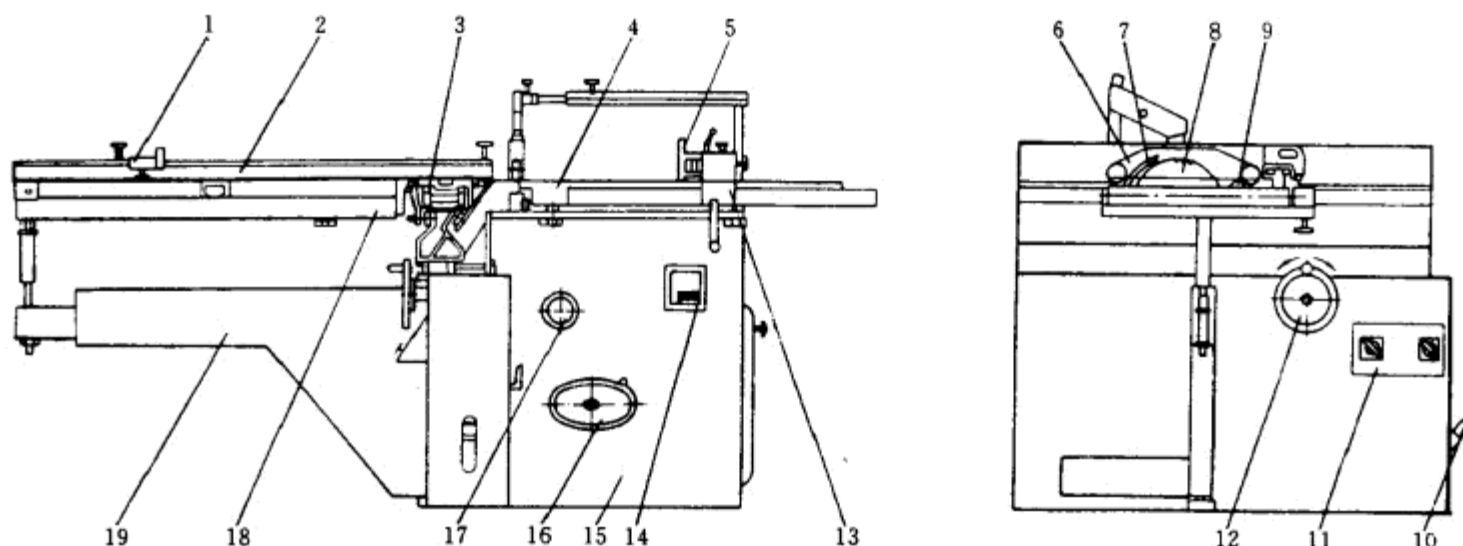


图 2-23 带移动工作台木工锯板机结构示意图

- 1—挡块 2—活动工作台 3—双滚轮式滑台 4—固定工作台 5—导尺 6—安全吸尘装置
7—劈刀 8—主锯片 9—副锯片 10—踏板 11—控制板 12、16—手轮 13—定尺装置
14—转速显示器 15—床身 17—角度显示器 18—横向滑板 19—支撑臂

床身大多采用钢板焊接并呈箱形结构,稳固美观。下设滚轮,并可通过踏板10使之伸缩,车间内移动十分方便。

固定工作台4安装于床身上部,大多采用铸造件,要求平整、不变形。工作台上设有纵向导尺5及其调整机构。

切削机构通常包括锯座及其调整机构,主、副锯片及其升降机构等。

图2-24所示为锯轴可作45°倾斜调整的锯架结构示意图。

主锯片10的主轴装于主支架8的轴承座内,主支架与锯座板30为销轴连接,操纵手轮24经丝杆螺母机构、钢丝绳、链轮链条13,可使主支架绕销轴摆动,实现主锯片的升降调节,以满足工件切削厚度变化的需要。压轮15使主支架紧靠其导轨12。主锯片直径一般在250~450mm之间,由主电动机20通过V带传动,根据锯片直径和加工件材种的不同,主锯片可利用塔轮11进行变速。变速时可借助手柄17抬起主电动机支座19,转动皮带限位卡至所需位置,将皮带在塔轮上移位即可,转速可由显示器表明。皮带的张紧由主电动机、主电动机支座、弹簧板9、木制楔块7、调节螺钉18实现。为防止纵锯时产生夹锯,主锯片后面带有分离用的劈刀。

副锯片6装于可绕滑块29摆动的副支架4的轴承座内,由丝杆副2调节其升降。副锯片仅作预裁口用,通常仅露出工作台面1~3mm,在主锯锯切之前先在工件底部锯出一口子,以免在主锯片切出处产生工件底面起毛。副锯片直径较小,通常在125mm左右,由单独电动机22经高速锦纶皮带升速,约至9000r/min左右。副锯片可以采用单片或两片对合间距可调的形式,其厚度应与主锯片相等或略厚(一般为0.05~0.20mm),并要求与主锯片对齐在同一旋转平面内,副锯片的传动皮带靠电动机22、支座3的自重及其扭力弹簧来张紧。

主、副锯片安装位置,副锯片在前,采用顺向锯切。主锯片在后,采用逆向锯切。主、副锯片间的间距一般为100mm。

主、副锯片的倾斜调整,可通过手轮28、链轮链条27、丝杆副,使锯座板两端的滑块在床身半圆形导轨内滑动,从而使整个锯座板包括安装在上面的主、副锯片一起在0°~45°范围内变化。压轮26使滑块贴紧其导轨。

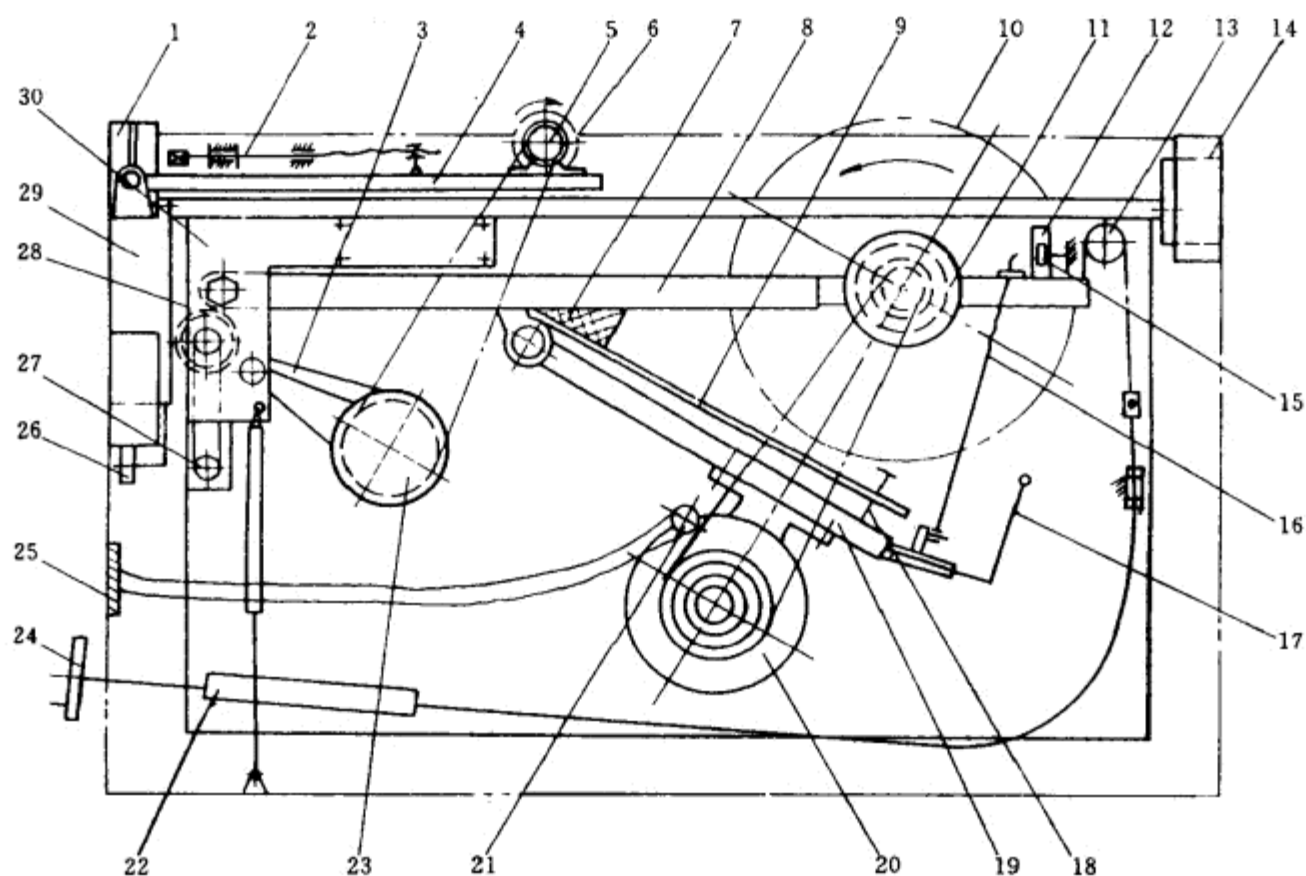


图 2-24 带移动工作台木工锯板机锯架结构示意图

- 1、14—半圆形导轨 2—丝杆副 3—副电动机支座 4—副支架 5—皮带轮 6—副锯片 7—楔块
8—主支架 9—弹簧板 10—主锯片 11—塔轮 12—导轨 13、27—链轮链条 15、26—压轮
16—吊杆螺丝 17—手柄 18—螺钉 19—主电动机支座 20—主电动机 21—限位卡 22—副电动机
23—丝杆副护罩 24、28—手轮 25—转速显示器 29—滑块 30—锯座板

活动工作台主要由横向滑台、双滚轮式滑台和支撑臂等组成(见图2-23中2、3、19),这部分是机床的进给机构。滑台及安置其上的靠板是被锯切板材的定位基面。滑台移动时的运动精度是保证锯切板件质量的关键。

因此,要求滑台导轨有较高的平直度,以保证加工质量。一般在精密的带移动工作台锯板机上作纵向锯切时,锯切面的直线度在1m长度上为0.10~0.15 mm。

双滚轮式移动滑台,其结构有两种形式,即:普通型,机床锯轴只能处于垂直位置,不作倾斜调节;锯轴倾斜型,用于机床锯轴可作 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 范围内倾斜调节的锯板机。两者结构相似,仅剖面形状不同。图2-25所示为锯轴倾斜型双滚轮式滑台结构示意图。支承座6

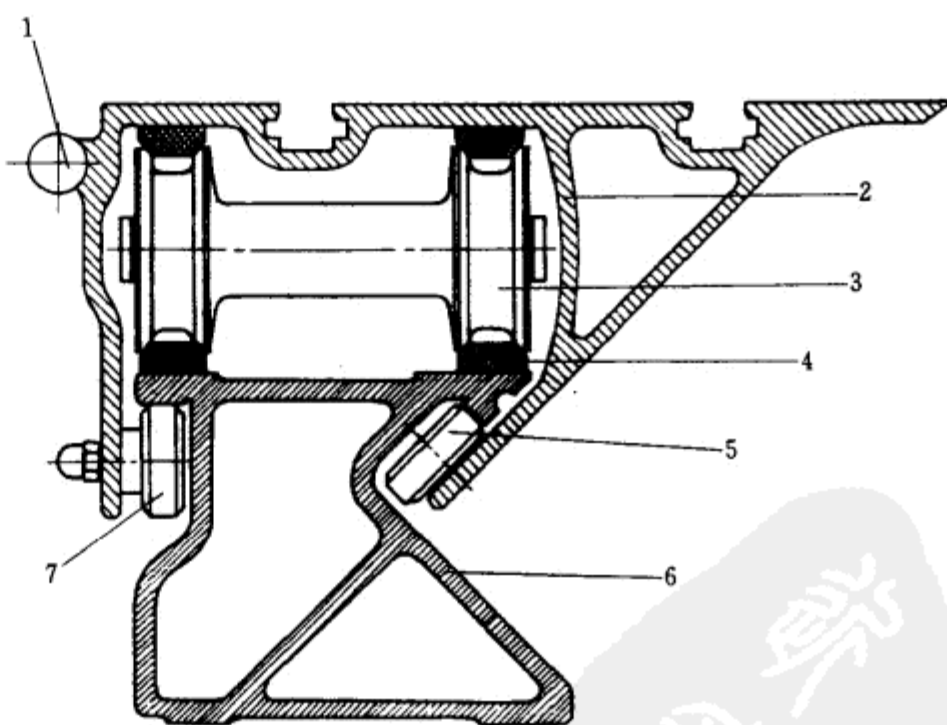


图 2-25 锯轴倾斜型双滚轮式滑台

- 1—圆导轨 2—滑台 3—双滚轮
4—滑台导轨 5、7—压滚 6—支承座

固定于机床床身上, 大多采用型材, 既可保证强度又可减轻质量。支承座上置有棱柱形导轨4。移动滑台2大多用耐磨铝合金异型材制成, 质量轻、且能保证强度。滑台下置有棱柱形导轨, 导轨采用耐磨夹布酚醛塑料制造, 耐磨噪声小。上下导轨间为双滚轮3, 它直径较大, 加之滑台自重轻, 故其空载推力甚小, 通常小于10N, 最小的仅需3N。为了减小支承座的长度, 双滚轮滑台采用了行程扩大机构。当双滚轮3在支承座6的导轨4上每向前滚动一周时, 滑台前移距离加倍, 这样可使支承座的长度大为缩短。横向滑台主要用于横截、斜切和较大幅面板材的锯切, 其一侧可安装在双滚轮移动滑台圆导轨1的适当位置上; 另一侧则由可绕床身支座转动的可伸缩支撑臂(图2-23中19)支撑。横向滑台大多采用型材焊成, 上设可调成一定角度的靠板和若干挡块, 以满足工件定位的需要。支撑臂的伸缩臂装在旋转臂中, 并由四个滚轮导向。旋转臂与床身为铰销连接, 能绕销轴摆动, 横向滑台由丝杆螺母支撑, 并可起调平作用。

锯片上部设有安全吸尘装置(图2-23中6), 罩住锯片露出工作台面部分并兼吸尘口, 以防止事故和便于用管道接入吸尘系统。

这类锯板机还可以装上一些附件, 如: 滚筒式自动进料器、手工或气动压紧装置、增设第二滑台等, 以改善加工条件或工作条件。国产MJ613就属于此类型。

表2-3列出了国产带移动工作台木工锯板机的主要技术参数。

表 2-3 国产带移动工作台木工锯板机主要技术参数

型 号	MJY614 ^①	MJ1125 ^①	BC4124	MJ613	MJ90	MJ623 ^①
最大锯切长度/mm	2500	2500	2400	2500	2500	2500
最大锯切宽度/mm	800	800	—	800	—	2500
最大锯切零件尺寸/mm	2500×2500	—	—	2500×1500	—	—
最大锯切深度/mm	125	45或80	60	40	80	80
直径/mm	250~400	305	350	350	350	—
主 锯 片	转速/r·min ⁻¹	6000	5000	6000	—	6000
		4500	—	5000	—	5000
		3500	4500	4000	—	4000
				3000	—	3000
电机功率/kW	4	3	3或4	4	—	4
副 锯	直径/mm	105~125	150	120	—	—
	转速/r·min ⁻¹	9000	6000	9000	—	9000
	电动机功率/kW	0.75	0.75	0.75	—	0.75
机床外形/mm		2800	3000	2800	—	—
		—	×2500	×2340	—	—
			×1000	×915	—	—
质量/kg	900	1200	1000	1000	—	—
生 产 厂	都江木工	青岛木工	信阳木工	上海家具	沈阳木工机	南京木工
	机床厂	机械厂	机械厂	机械厂	械制造厂	机械厂

注: ① 表中所列为各厂发展产品时所定型号, 按新国标应定为MJ612型;

② 都江、青岛、南京等产品锯片可作0°~45°的倾斜调节。

二、锯片往复木工锯板机

锯片往复木工锯板机具有通用性强, 生产率高, 锯切质量好, 零件加工尺寸精度高, 易于实现自动化和电脑控制等特点。如用两台或数台机床进行组合, 可纳入板件自动生产线。

图2-26所示为锯片往复木工锯板机工作原理图。待锯切的工件1放在工作台5上, 气控压梁2下降压紧工件, 切削机构在气缸推动下向上升起, 使锯片高出台面, 锯架小车在链条的牵引下向右运动进行锯切, 锯切结束后, 锯架小车碰到床身右端行程开关, 锯架下降到起始位置, 切

削机构从工作台下面返回到原位,压梁抬起,卸下工件,完成一个工件周期。

图2-27所示为锯片往复木工锯板机的外形图。它主要由床身22,前、后工作台19、12,压梁及升降机构7和9,切削机构及锯架小车等组成。

图2-28所示为锯片往复木工锯板机锯架小车结构示意图。锯架小车由钢板焊接而成。小车下面由三只滚轮支承,其中圆柱形导轨6上有两只带圆弧槽的滚轮9,起导向作用;另一边平面导轨上有一只支承平轮。锯架小车由链条17牵引沿导轨来回运动。小车上安装有支架11,并由气缸24使之升降,下降位置由橡胶偏心轮1支撑和调整。支架上安装副锯片14和主锯片10。锯切时,副锯片先将板材底面预切出2~3mm深的锯槽,然后由主锯片锯开,以防撕裂,从而保证了光滑的锯切质量。副锯片与主锯片必须安装在同一旋转平面内,由螺钉调节保证。副锯片直径小,由电动机22经皮带

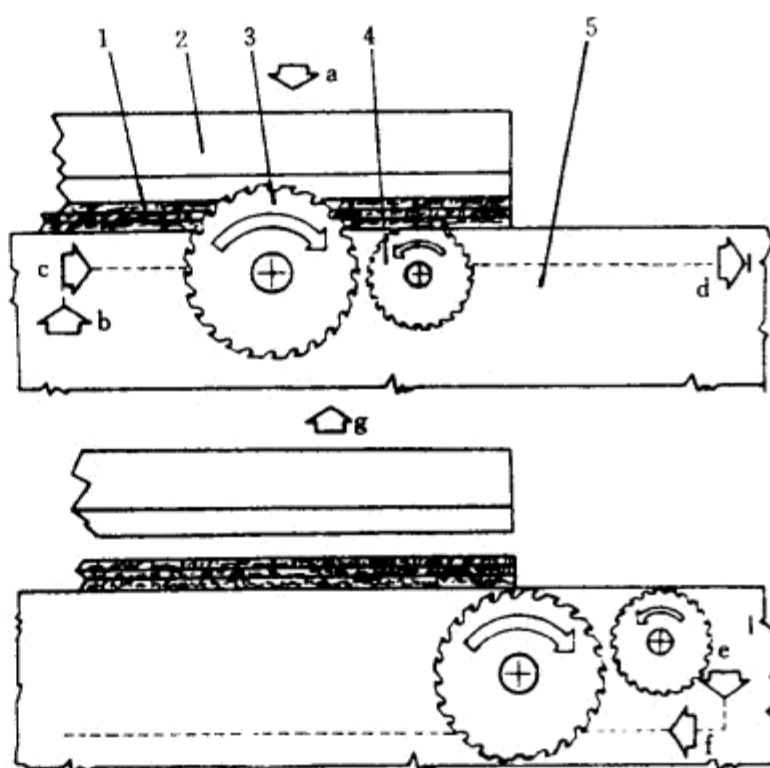


图 2-26 锯片往复木工锯板机工作原理图

1—工件 2—压梁 3—主锯片

4—副锯片 5—工作台

a—压梁下降 b—锯片升起 c—锯架小车进给
d—锯架小车进给终止 e、f—锯片下降 g—压梁上升

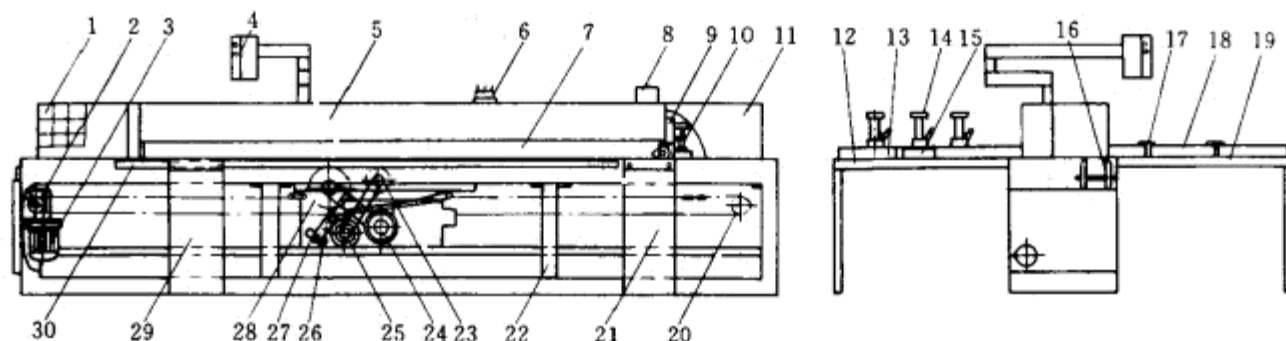


图 2-27 锯片往复木工锯板机外形图

1—主控制板 2—减速箱 3—进给电动机 4—移动控制板 5—上横梁 6—气源开关 7—压梁

8—吸尘口 9—压梁升降机构 10—压梁升降气缸 11—罩壳 12—后工作台 13、18—导尺

14—气缸 15—移动导尺 16—行程调节装置 17—限位挡块 19—前工作台 20—链轮链条

21—固定工作台 22—床身 23—副锯片 24—主电动机 25—副电动机 26—锯架升降气缸

27—锯架小车 28—主锯片 29—活动工作台 30—导轨

升速,转速为8000r/min左右,转向为逆时针。主锯片10的轴承座安装在支架上,由电动机18经皮带传动使之顺时针方向旋转,其转速为3700r/min左右。副锯片亦可相对主锯片在垂直平面内作相对高度位置的调整。锯架下面两侧板焊接成窄长形排屑槽19,其唇口插入两侧由橡胶皮组成的夹缝中,保证落入的锯屑经总排屑管,由吸尘装置吸出。当锯架小车右行,其撞块16碰到行程开关(或可调行程开关)时,气缸24动作,支架11下降。当支架上的螺钉4碰到行程开关2时,锯架小车开始返回。

该机床的工作台(图2-27)有前工作台19和后工作台12。前工作台由固定工作台21和活动

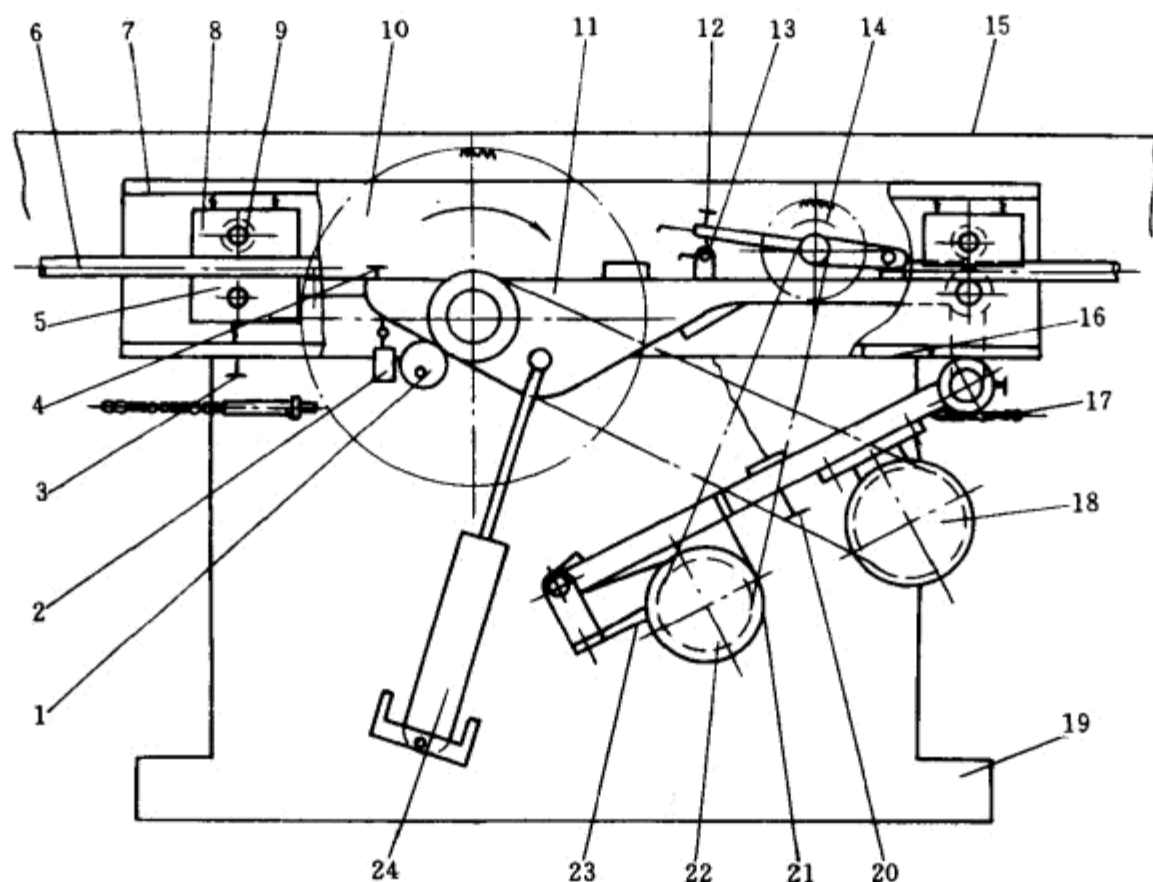


图 2-28 锯片往复木工锯板机锯架小车结构示意图

- 1—偏心轮 2—行程开关 3、4、12、20—螺钉 5、8—压块 6—导轨 7—锯架小车 9—滚轮
10—主锯片 11—支架 13—矩形调整块 14—副锯片 15—工作台 16—撞块 17—链条
18—主电动机 19—排屑槽 21—支座 22—副电动机 23—扭力弹簧 24—气缸

工作台29组成。活动工作台可沿导轨30左右移动。后工作台由几块纵向平板组成，上面设置三只气缸14控制的限位挡块和与锯切轨迹线平行的移动导尺15，以控制工件锯切的尺寸。导尺的平行移动可由人工通过齿轮齿条机构实现。亦有采用机动和电子程序控制的方式。前、后工作台除采用普通平板形式外，还有在前、后工作台平板上安装万向橡胶滚轮，或将其设计成气浮式，使大幅面工件的移动更为轻便、灵活。

压梁7(图2-27)的升降由两只气缸9，通过齿轮齿条同步机构实现，以保证动作一致。

图2-29所示为锯片往复木工锯板机传动系统图。锯架小车12的往复运动，由进给电动机5，经蜗轮蜗杆减速器1，链轮链条9、13牵引实现。锯架小车除可在全行程范围内来回运动外，还可在此区间任意长度范围内调整，以适应锯切不同规格工件的需要。当锯架小车需作全程长度往复时，可调节带指针的行程开关2和4，使其不起作用；如需锯架小车在全程范围任何区间内往返时，可将带指针的行程开关调到适当位置固定，行程值由标尺3示出。

国产MJ622型锯片往复木工圆锯机和MJ623型立式木工锯板机即属于此类型。

表2-4为国产锯片往复木工锯板机的主要技术参数。

除锯片往复木工锯板机外，还有多锯片纵横联合锯板机。图2-30所示为国产BC3218型纵横联合锯板机外观图，其切削机构均安置在工作台上方。机床主要由床身，定位及夹紧机构，切削机构，进给机构和气、电控制系统等组成。

床身由底座22、立柱1、横梁6等组成龙门式结构。底座上设有床身导轨，工作台2可沿导轨作直线往复运动，左侧三角形导轨17起导向作用。横梁上设置有纵横锯切机构4和8。

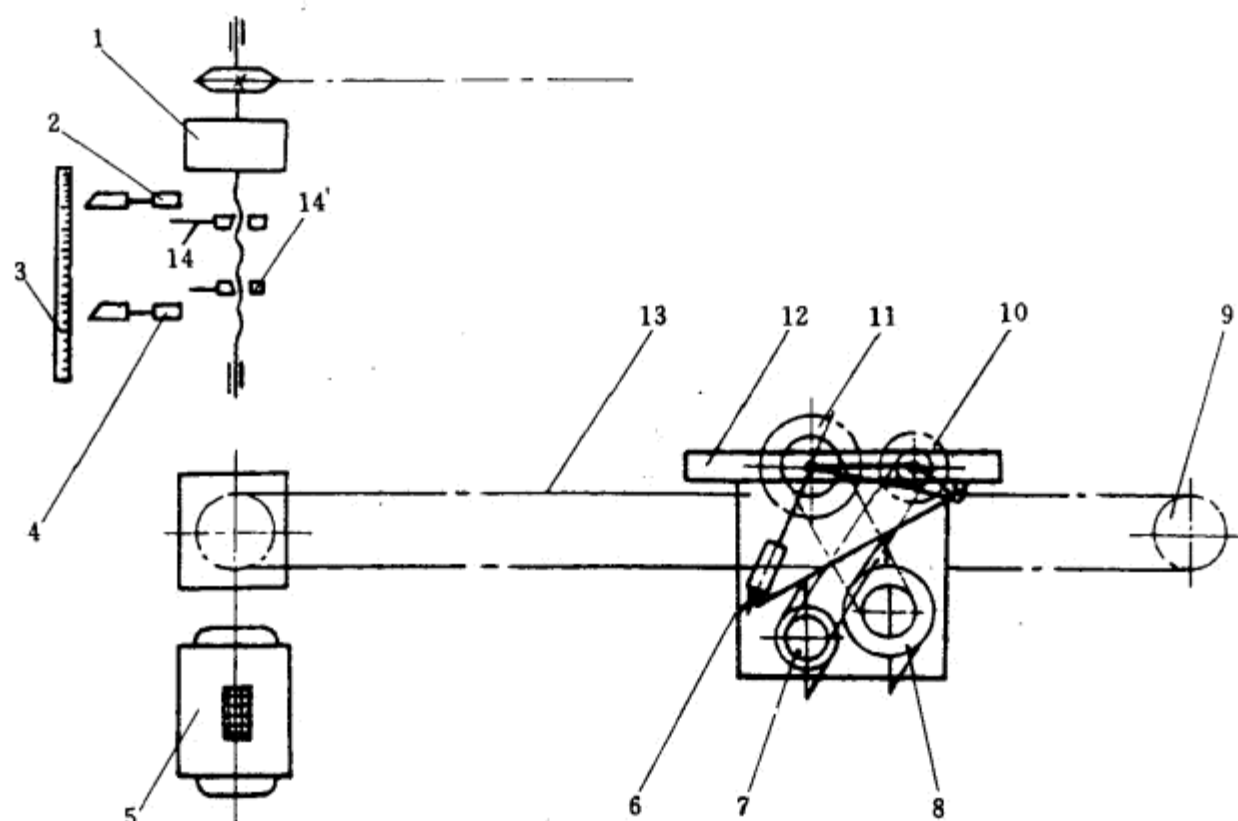


图 2-29 锯片往复木工锯板机传动系统图

1—减速箱 2、4—带指针的行程开关 3—标尺 5—电动机 6—气缸 7—副电动机

8—主电动机 9—链轮 10—副锯片 11—主锯片 12—锯架小车 13—链条 14、14'—带碰杆的螺母

表 2-4

国产锯片往复木工锯板机主要技术参数

型 号	MF703	BJC2125	BC4424	MJ6231
最大锯切长度/mm	2500	2500	2450	3200
最大锯切深度/mm	60	90	60	90
主锯片	直径/mm	300	350	355
	转速/r·min ⁻¹	3800	3700	2860
副锯片	直径/mm	150	150	180
	转速/r·min ⁻¹	5000	5100	5600
进给速度/r·min ⁻¹	7, 10, 6, 21	12, 24	5~10	13.5~27
气动工作压力/MPa	0.4	0.5	—	—
主电动机功率/kW	5.5	5.5	3	7.5
副锯片电动机功率/kW	0.55	0.55	0.55	1.1
进给电动机功率/kW	0.8/1.1/1.5	0.45/0.65	0.125/0.25	1.1
机床质量/kg	35000	29300	16500	—
进板方式	手 工		手 工	自 动
生 产 厂	牡丹江木工机械厂		信阳木工机械厂	邵武木工机床厂

注: 表中所列型号为各厂发展产品时所定型号, 按新国标应定为MJ6225和MJ6232。

横切定位机构设在工作台侧面纵向滑槽内, 槽内有位置可调的槽形滑块16; 在床身左侧立柱上设有定位气缸驱动楔形杆15动作。横切时先将槽形滑块调至需要位置并拔出其上的小方铁板(感应片), 当工作台运动到预定位置时, 小方铁板使无触点开关动作, 定位气缸驱动楔形杆15插入槽形滑块16内, 把工作台2固定在所需的横切位置上。

压紧机构, 即在左右立柱上装有三个分段式压辊12, 均位于工作台上方, 工件随工作台移动时, 各压辊可根据需要依次下压, 其升降运动由接近开关控制相应的气动换向阀及其压紧气缸实现。

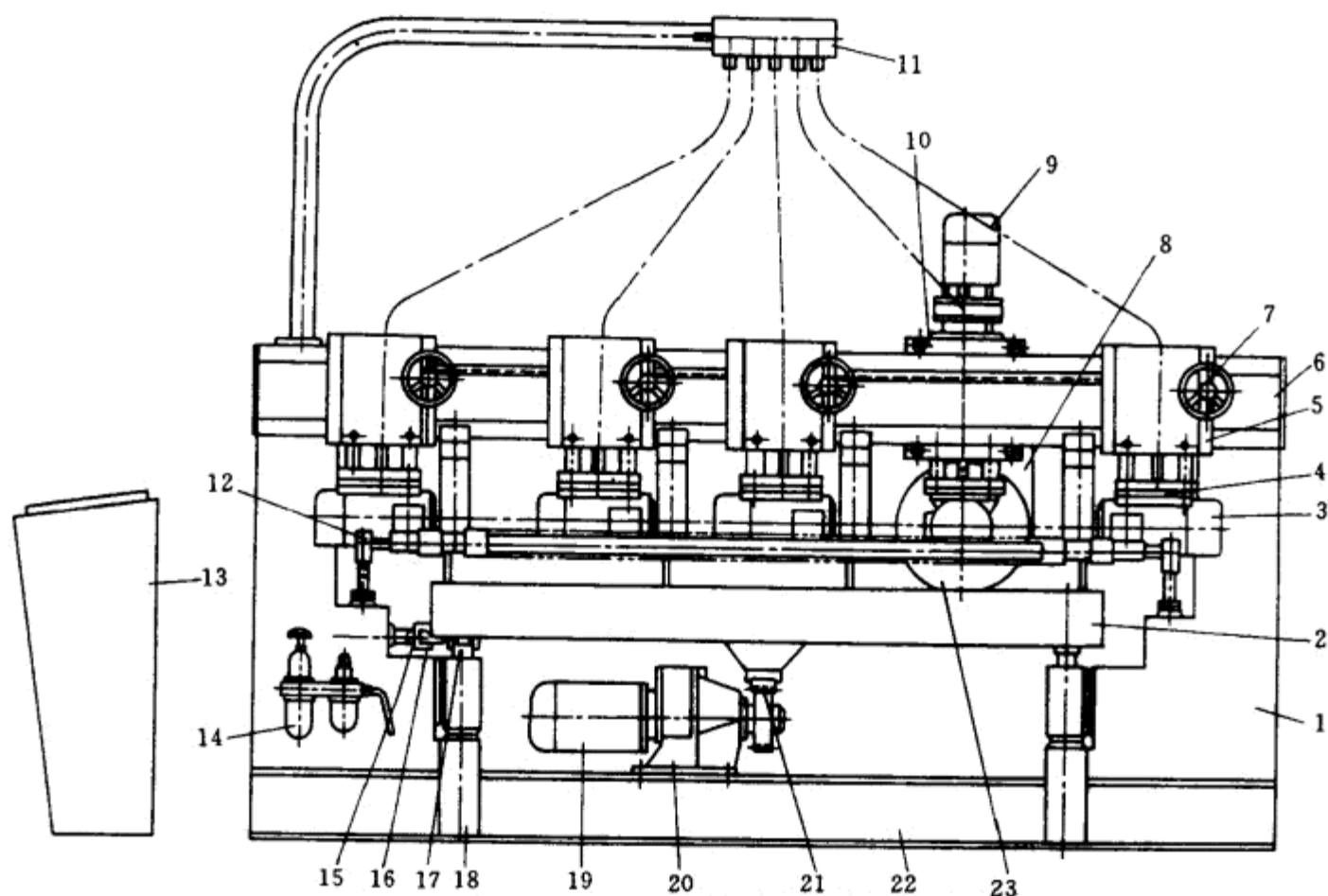


图 2-30 BC3218型纵横联合锯板机外观图

- 1—立柱 2—工作台 3—纵锯电动机 4—纵切锯 5—纵锯座溜板 6—横梁 7—手轮 8—横截锯
9—横锯座移动电动机 10—横锯座溜板 11—挂线架 12—压辊 13—操纵台 14—气动元件
15—楔形杆 16—槽形滑块 17—导轨 18—导轨支撑 19—工作台进给电动机
20—减速器 21—齿轮—齿条机构 22—底座 23—横锯电动机

切削机构常有数个(图2-30中设有四个)纵切锯4和一个横切锯8组成,其布置可以先纵切后再横切,也可以先横切再纵切。图2-31所示为纵横联合锯板机切削与进给机构的示意图,各

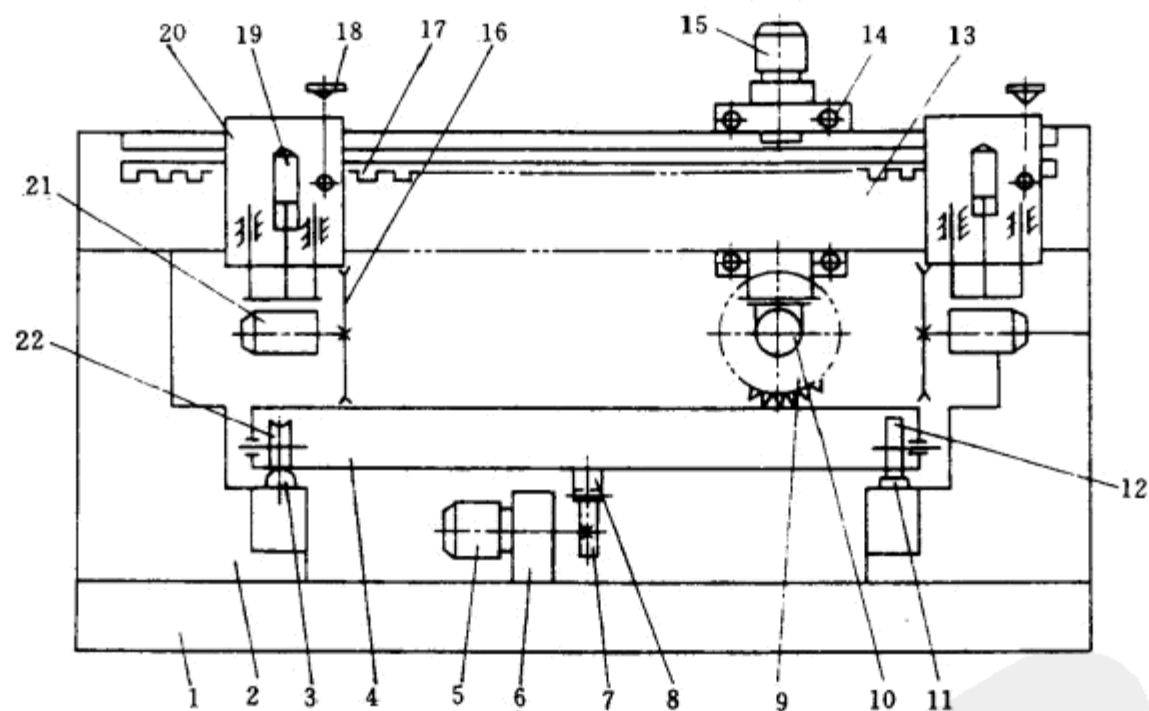


图 2-31 BC3218型纵横联合锯板机切削机构与进给机构示意图

- 1—底座 2—立柱 3—三角形导轨 4—工作台 5—工作台进给电动机 6—减速器
7—齿轮 8—齿条 9—横切锯 10—横切电动机 11—平导轨 12—平面形滚轮
13—横梁 14—横锯座溜板 15—横锯座移动电动机 16—纵切锯 17—齿条
18—手轮 19—气缸 20—纵锯座溜板 21—纵切电动机 22—V形槽轮

锯片(9、16)均有单独电动机(10、21)驱动,其升降亦有各自的升降气缸19驱动,它们都装在各自的锯座溜板(14、20)上。锯座溜板则与横梁13为导轨结合,纵切锯间距离可用手轮18、齿轮—齿条机构17进行调节,纵切时,气缸19使不参加锯切的锯片预先升起并由定位销销住;进给运动由工作台实现,动力由电动机5经减速器6、齿轮7、齿条8使工作台在导轨3、11上作直线往复运动。横切时,纵切锯全部升起,由减速电动机15通过锯座溜板14上的齿轮与横梁13上的齿条啮合实现进给。横锯时可手动动作或自动控制,自动控制则由相应电气系统实现。

表2-5为国内外几种纵横联合锯板机主要技术参数。

表 2-5		国内外几种纵横联合锯板机主要技术参数									
型 号		BC3218	CM-2400	SRT-48		SRD					
				-5	48	48D	60	60D	72	72D	
加工板材 尺寸/mm	长	—	10~2450	0~2500	3000~9999						
	宽	1800	200~1250	200~1250	100~1280	300~1280	100~1570	300~1570	100~1870	300~1870	
	厚	60	5~40	40	40						
锯片数 量/个	横	1	1	1	1						
	纵	4	5	5	9	4	12	4	12	4	
锯片直径/mm		350	355	305	横切:455,纵切:305						
锯切速度/ m·min ⁻¹	横	5.2	5~20	3~15	20~40						
	纵	4/6	0~15	3~15	5~30						
驱动电动机 功率/kW	横	2.5	3.7	3.7	3.7	3.7~5.5		3.7~5.6			
	纵	2.5×4	22	22	22	3.7×4	22~37	3.7×4	37	3.7×4	
进给电动机 功率/kW	横	0.4	1.5	0.75	0.75						
	纵	0.6/0.8/1	2	2.2	2.2						
机床安装 尺寸/mm		6000 ×2800	3000 ×4400	2700 ×6060	2300×3300		2300×3600		2300×3900		
机床质量/kg		4000	—	58000	41000		50000		60000		
生 产 厂 家		信阳木工 机械厂	日本平安 铁工所	日本菊川 铁工所	日 本 菊 川 铁 工 所						

三、立式木工锯板机

立式木工锯板机最主要的优点是占地面积小,与卧式锯板机相比,约可节省一半。其次,工件的装卸放置比较方便,调节、操作也简便灵活,尤其适用于生产能力较小的场合。

立式锯板机按锯轴与工作台的位置关系可以分为下置式和上置式,前者锯轴安置在工作台的下方,后者则在工作台上方。

(一) 下置式立式锯板机

图2-32所示为国产MJB6205型立式锯板机外观图。机床主要由机架、切削机构、进给机构、工作台、定位机构、气动压紧机构、操作机构和电气控制系统等组成。

机架1为钢架结构,能保证机床的稳定性。滑动导轨4、工作台15、压紧架11、托料架27等均固定在机架上。

切削机构主要由电动机17、皮带传动16、锯片22、锯片升降气缸5、锯片平行度调节机构19以及防护罩21等组成,它们全部装在锯座溜板6上,而该溜板与机架上的导轨4相结合,在进给链条的带动下可作往复运动。切削机构的工作原理如图2-33所示。主运动由电动机4经V带5升速,使锯片6获得4000r/min的转速。较高的切削速度能保证锯切表面光洁平整。锯切时气缸2的无杆腔进气,活塞杆外伸,推动曲柄9绕f点摆动,曲肘8使锯架3相对于锯座溜板1绕b点右摆抬起,使锯片切削圆超出工作台及其工件,即可对工件进行锯切;反之,空程返回时,缸2活塞

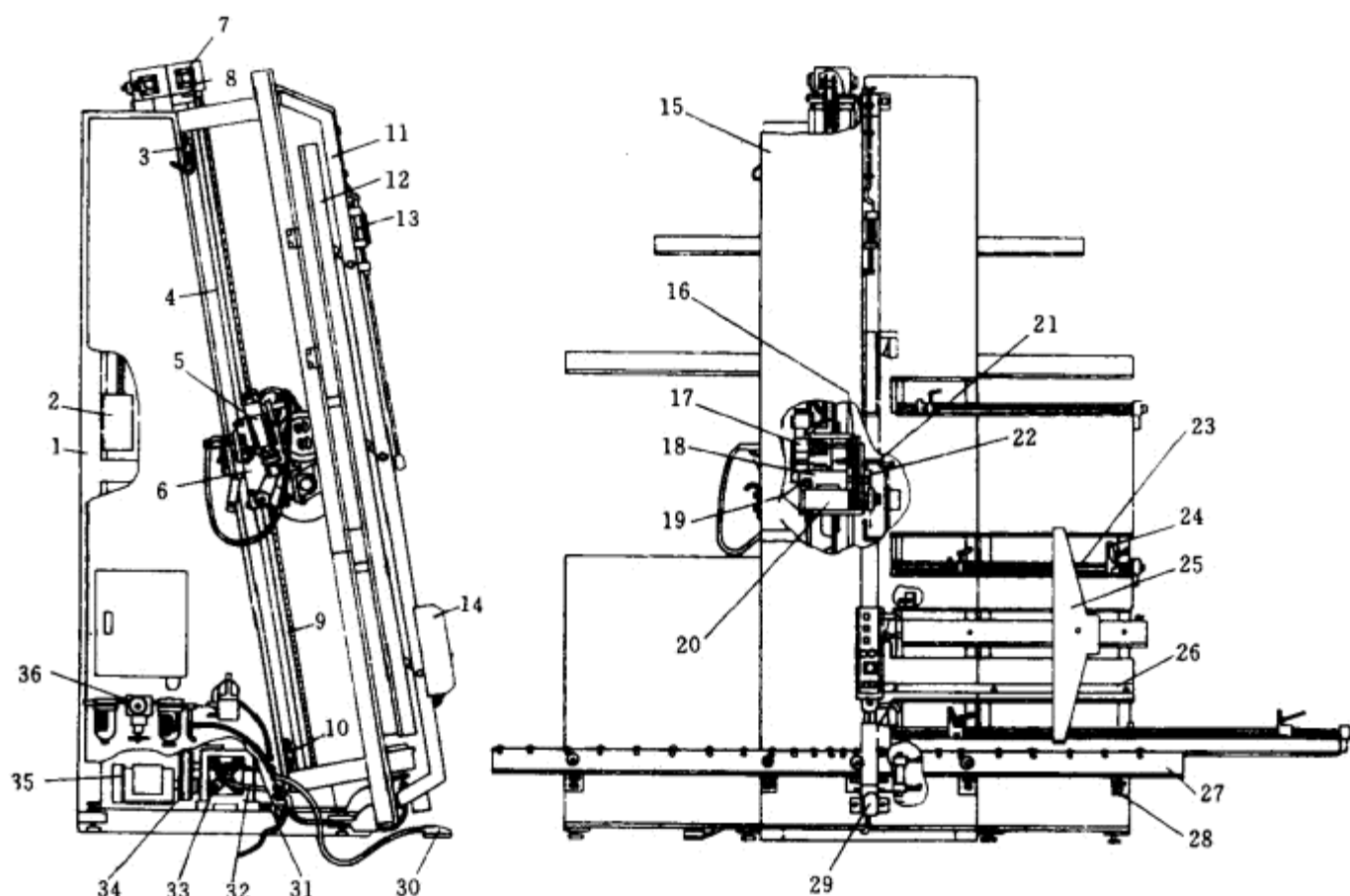


图 2-32 MJB6025型立式木工锯板机外观图

- 1—机架 2—平衡块 3—上限位开关 4—滑动钢轨 5—锯片升降气缸 6—锯座溜板 7—轴台
 8—拉紧螺栓 9—进给链条 10—下限位开关 11—压紧块 12—压板 13—压紧气缸 14—操作板
 15—工作台 16—V带 17—主电动机 18—锯架 19—锯片调节机构 20—锯轴轴承座 21—防护罩
 22—圆锯片 23—旋转挡板刻度尺 24—旋转挡板 25—垂直挡板 26—垂直挡板刻度尺 27—托料架
 28—托料架调节螺栓 29—出屑口 30—脚踏开关 31—驱动链调节螺栓 32—驱动链 33—减速器
 34—皮带传动 35—进给电动机 36—气动三大件

杆腔进气,锯架下落,锯片降至工作台面以下,可确保安全。

工作台15(图2-32)固定在机架上,其下部有托料架27作为放置工件的水平基准面,由螺栓28调整至水平。工作台上设置垂直挡板25和旋转挡板24,作为工件的另一个定位基准面,根据所需板件尺寸其位置可以进行调节,并可分别由标尺23、26表明。

压紧装置主要由压紧架11、压板12和压紧气缸13等组成。气动换向阀操纵压紧气缸动作可使压板向下压紧或向上松开工件,该装置相当于一个平行四边形机构,能保证压板同时压紧整个工件;电气系统还保证压紧工件在先,锯切运动在后的顺序,以保安全。

进给运动由电动机35经皮带传动34、减速器33、驱动链条32、带动进给链条9,拖动切削机构的锯座滑板6实现。减速器带有变速机构,

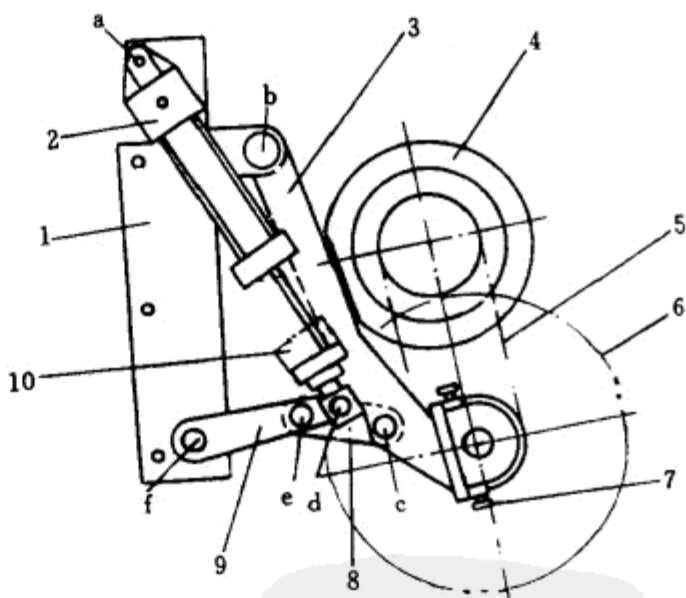


图 2-33 MJB6025锯板机切削机构原理图

- 1—锯座溜板 2—锯片升降气缸 3—锯架 4—主电动机
 5—V带传动 6—锯片 7—锯片调节螺栓 8—曲肘
 9—曲柄 10—划切加工用垫圈 a~f—铰支点

可按加工件材质及锯切厚度在10~14m/min范围内调节,以选择最佳的进给速度。返程运动由进给电动机反转获得。行程开关3和10起上、下限位作用。

机床所有电气控制元件均放置在床身内,安全可靠。操作板面向操作者并设置脚踏开关,操作方便。

为适应某些板材的加工需要,该机床还设置了另一种加工方式——“预锯切”加工,即利用同一圆锯片在一次往复运动中,先对工件作预切加工,返程时再对工件进行锯切加工,以保证锯缝上下面的光洁和平整。

作“预锯切”加工时,需要在锯片升降气缸活塞杆上加上一个垫圈(图2-33中10)。这样,气缸使锯片下落时,活塞杆不能全部缩回气缸内,圆锯片不能完全落到工作台之下,使其切削圆的一小部分暴露在工作台之上。由电气系统配合,保证锯座由下位上升时锯片作预锯切加工,而当锯座由上而下时,锯片抬起做正常锯切加工。

表2-6列出了国产MJB6025型和日本市川铁工所生产的IK系列立式木工锯板机的主要技术参数。IK系列锯板机的结构形式与MJB6025相似。

表 2-6 下置式木工锯板机主要技术参数

型 号	MJB6025 ¹	标 准 型			高 级 型		
		IK-600	IK-700	IK-800	IK-600D	IK-700D	IK-800D
最大加工板材厚度/mm	70		45			70	
最大锯切工件尺寸/mm	2500	1900	2210	2500	1900	2210	2500
圆锯片直径/mm	355		305			355	
圆锯片转速/r·min ⁻¹	4000		5000			4000	
进给速度/m·min ⁻¹	10~14		15			10~15	
主电动机功率/kW	5.5		3.7			5.5	
进给电动机功率/kW	0.75		0.75			0.75	
机床外形尺寸	4600	3300	3300	3300	3600	3600	3600
(长×宽×高)/mm	×1700	×1350	×1450	×1550	×1500	×1600	×1700
	×3600	×2750	×3050	×3350	×2860	×3150	×3460
机床质量/kg	1800	1200	1320	1500	1500	1610	1800
生 产 厂	中国海宁			日 本	市 川		

注: ①该型号为发展产品时所定,按新国标应定为MJ632。

(二) 上置式立式木工锯板机

图2-34所示为单锯片立式木工锯板机简图。与下置式不同之处是,锯片安置在被切工件的上方。机床机架1的顶部设有导轨2,锯梁4可沿其作水平方向移动;切削机构3的溜板与锯梁为导轨结合,锯梁位置调整后,切削机构可沿横梁上下移动实现锯片对工件作垂直(横向)锯切;切削机构可绕溜板上的支轴作90°的回转调整,将锯片调成水平且在高度方向调到适当位置,水平方向移动锯梁就可以实现水平(纵向)锯切。锯片对锯梁导轨或对机架顶部导轨的平行度均有精确的定位和锁紧机构保证。这种锯板机在工件需作纵横两个方向的锯切加工时就比较方便灵活,优于下置式。

机床在锯切较大幅面工件时,可利用机架下部的下支撑块(或支撑辊)7作为基准,上、下料十分方便;在锯切较小幅面工件时,可应用锯切短料的附件8,这样可保持适当的操作高度,利于工人作业。

机床的锯梁上装有数根标尺,它们分别从下支撑块(辊)和锯切短料附件位置作为基点,而不论以何者作为加工基准都可以很方便地直接读出锯切板件的宽度;板件长度方向可由机床设置的4~6个挡块9进行定位,并可由标尺直接读出相应的数值。机床上还装有除尘装置5,便于收集排除锯屑。

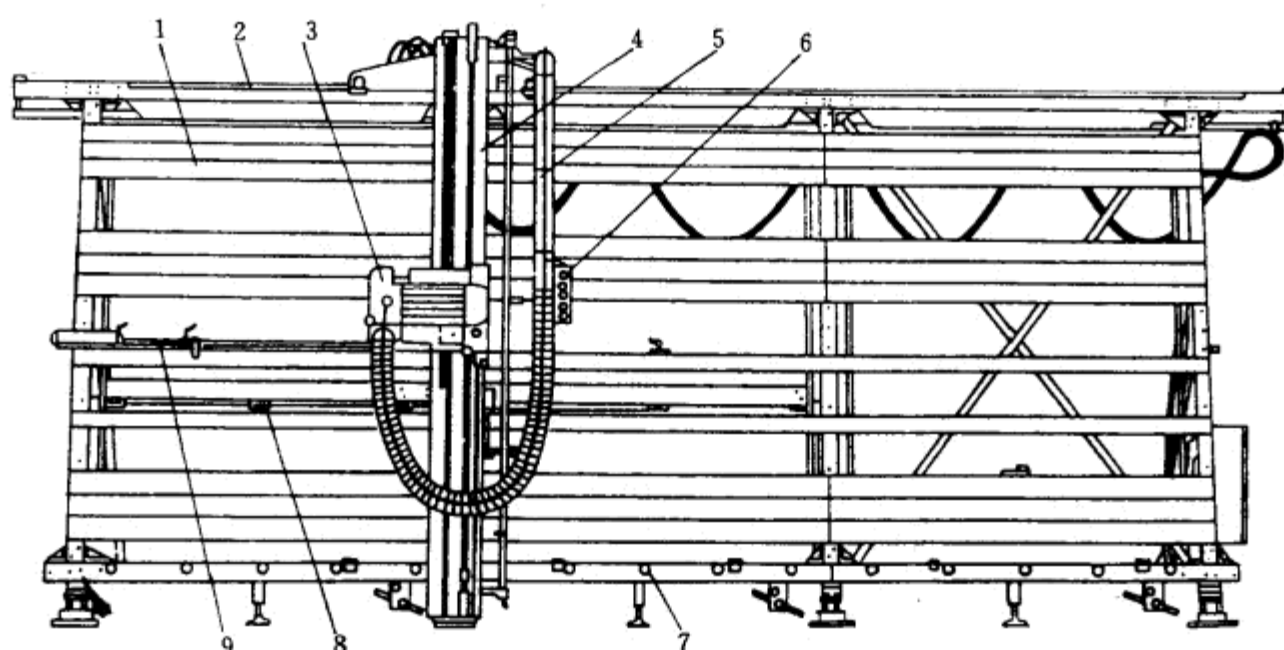


图 2-34 上置式立式锯板机外形简图

1—机架 2—顶部导轨 3—切削机构 4—可移动的锯架 5—集尘装置
6—按钮盒 7—下支撑辊 8—附件 9—纵向定位挡块

某些上置式木工锯板机在操作方式和工作循环上更趋合理。在机床上设置了可上下移动的夹紧机构和辅助工作台，因而大块板材一次安置到机床上就能进行多次水平和垂直方向的锯切，得到符合最终所需尺寸的板件，此过程中操作者不必将板材从机床上多次搬上搬下，不但可降低劳动强度，而且提高了生产效率。

这类锯板机已形成系列，从简单的手工进给方式到机动进给或采用可编程序全自动控制等方式均有生产。表2-7列出了意大利Putsch-Memiconi公司生产的SVP系列锯板机的主要技术参数。

表 2-7 意大利Putsch-Memiconi公司SVP系列锯板机主要技术参数

型 号	SVP145/1900	SVP780	SVP923-924	SVP1080/2500
	SVP145/2100			SVP1080/2700
最大垂直锯切高度/mm	1915/2115	2200	2200	2520/2720
最大水平锯切高度/mm	1860/2060	2150	2100	2380/2580
最大锯切长度/mm	4200	5200	5200	3200/5100
最大锯切深度/mm	60	60或70	80	45
主电动机功率/kW	3	3	4	4
锯片直径/mm	250	250	300	300
锯片转速/r·min ⁻¹	5000	5000	5000	5000
机床外形尺寸	5550×1600	6250×1600	6600×1700	6570/4700×
(长×宽×高)/mm	×2670/2870	×2970	×3060	1600×3360
机床质量/kg	570/620	900	1200	1600/1800

第三章 刨 床

刨床用于把毛料加工成精确的尺寸、要求的截面形状和光洁的表面。这类机床绝大部分是采用纵向铣削方式加工,只有少数采用刨削方式进行加工。前者也可称为纵向铣削机床,但在生产中习惯上都称为刨床。

根据不同的工艺用途,刨床可分为:平刨床、压刨床、边刨床和精光机等。

在GB 12448—90中木工刨床的类别代号为“MB”,读作“木刨”。其组别代号如下:单面压刨床为“MB1”,二面刨床为“MB2”,三面刨床为“MB3”,四面刨为“MB4”,平刨床为“MB5”,精光刨床为“MB6”等。

第一节 平 刨 床

平刨床用以精确地刨平工件粗糙、翘曲不平的表面,使被加工表面成为后继工序所要求的基准面;也可以使基准面和其相邻边(即与基准面成某一角度的纵向侧表面)之间刨成一定的角度,相邻边可以作为辅助基准面。

目前,手工进给的平刨床占绝大多数,按照平刨床的最大刨削宽度可分为轻型的(200~400mm),中型的(500~700mm)和重型的(800~900mm)三类。

图3-1(a)所示为国产MB506B型木工平刨床外形图。

铸铁床身是平刨床各部件的支撑体,它应有足够的强度和刚度,以满足机床防振的要求。平刨床身也有采用焊接等结构的。工作台是被刨削工件的加工基准,它应具有足够的刚度,表面要求光滑,一般都用铸铁(也有采用钢板的),工作台宽度取决于被加工毛料的宽度,一般在200~800mm左右。前工作台对毛料获得精确的平面影响较大,所以其长度比后工作台要长,一般前工作台约为1250~1500mm,后工作台长约1000~1500mm。

前后工作台靠近刀轴的端头各镶有一块钢板,钢板靠近刀轴一边加工成一定的楔角,这样,可以减小前后工作台与刀轴之间的缝隙和磨损后便于更换。钢板应具有一定的刚度,并经过精加工,用以支持毛料通过刀轴,同时起到断屑作用,防止木材撕裂,这样可以提高表面加工光洁度。有些在其钢板上加工有消音槽,以降低机床工作时的噪声。调整前后工作台位置时,前工作台要比刀轴切削圆上母线低一次铣削的厚度。后工作台在生产中调整在刀轴切削圆上母线同高的位置或最好是略低(约0.04mm)的位置。

图3-1(b)、(c)、(d)是工作台升降调节机构的示意图。图3-1(b)、(c)是通过丝杆螺母沿楔形导轨调节的升降机构;图3-1(d)是杠杆—偏心轴调节机构。当手柄9按标尺10的指示值调节时,由床身1支承的偏心轴8使工作台3在偏心距范围内移动,调节高度因工艺要求而定,一般在铣削深度为2~3mm时,偏心轴调整高度范围为10~20mm。

切削刀轴一般为圆柱形,其长度比工作台宽度大10~20mm,直径常为125mm左右。在刀轴上安装刀片数一般为2片,较少用4片。因为在手工进给的平刨床进给速度一般不高于6~12m/min,机械进给的也不超过18~24m/min。刀轴转速在3000~7500r/min,由电动机通过平带或V带带动。电动机安装在摆动的底板上,皮带张紧力一般用弹簧调节。

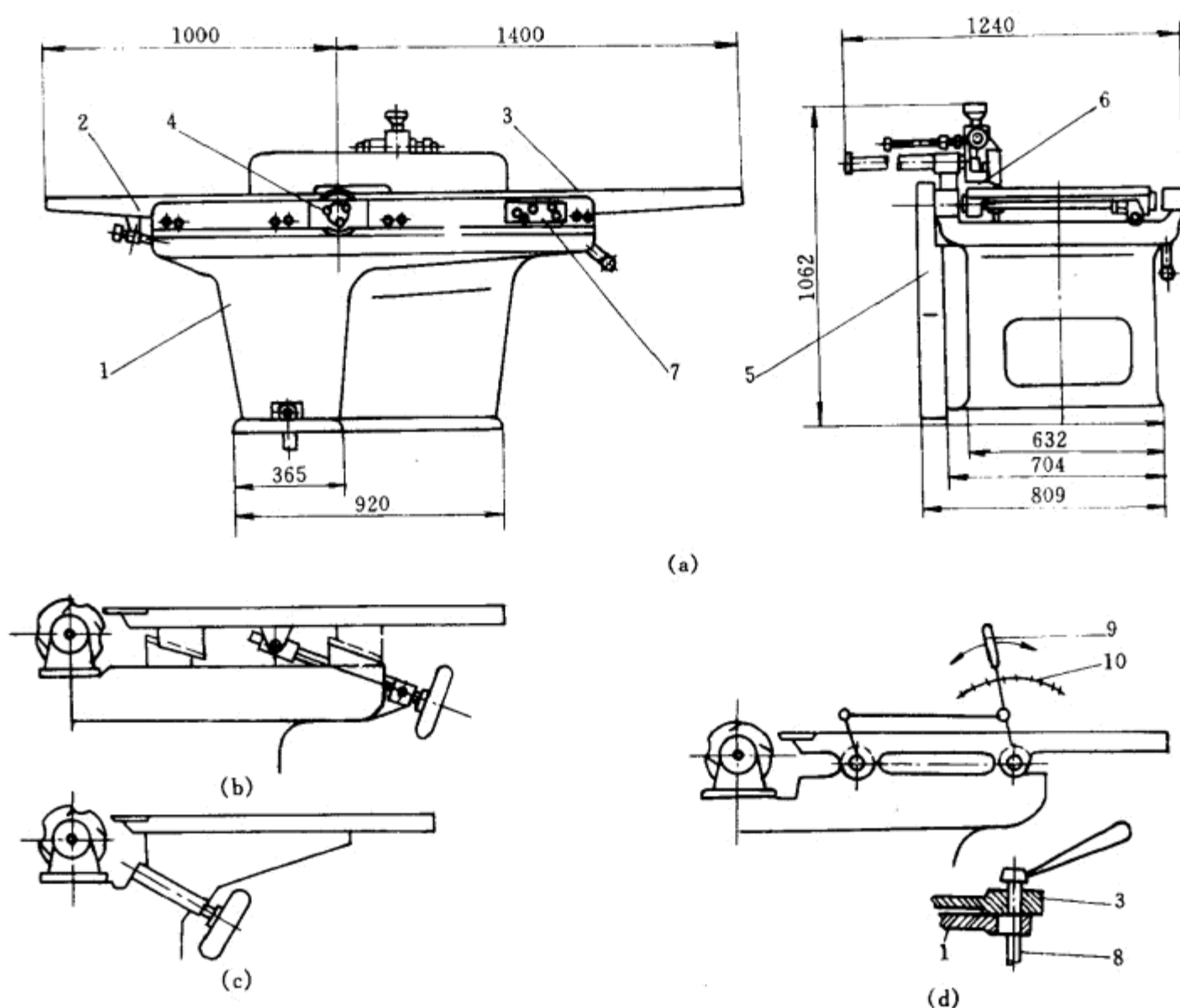


图 3-1 平刨床外形图和工作台调节示意图

(a) 平刨床外形图 (b)、(c)、(d) 工作台调节示意图

1—床身 2—后工作台 3—前工作台 4—主轴 5—驱动装置
6—导尺 7—电气控制装置 8—偏心轮轴 9—手柄 10—标尺

导尺(靠山)6用来引导毛料,并可做左右移动和倾斜一定角度的调整。导尺应具有一定的平直度。

手工进给平刨床的生产率低,但加工质量能满足工艺要求。其主要缺点是劳动强度大,操作安全性差以及噪声高,直接影响工人的安全生产和身体健康。手工进给平刨床加工毛料时,操作人员的手总是要通过高速旋转的刀轴,手指被切削的危险性极大,导致工伤事故甚多。目前国内已采用了多种安全防护装置。例如:自动安全防护板,在毛料未靠近刀轴时,防护板通过弹簧、光电或电磁机械装置自动罩住刀轴,罩板打开的宽度与毛料的宽度一致;采用双层的防护罩壳结构,当手指趋近刨刀轴切削区时,保证手指先触及防护罩并将刨刀轴切削区包围防护着,使手指与刨刀隔离,起到安全保护作用;采用快速制动装置,当操作人员的手靠近刀轴达到一定距离时,利用人体对控制器的影响,高灵敏电子控制系统使机械动作,将高速旋转的刀轴瞬时制动。上述装置在生产中均有一定效果,但还有一定的缺点,需要进一步研究解决。装设这些安全装置总是消极的,因为操作人员的手还是要通过刀轴。积极的办法是采用机械进给机构。这样既可减轻劳动强度、提高生产率,又可保证安全。

图3-2所示为滚筒式自动进料器外形图。进给滚筒直径为95mm, 长度为50mm, 由功率为0.75kW的电动机驱动, 其进给速度为10、15、20m/min。滚筒位置可根据需要通过相应手轮2、3获得高低、左右位置的调节, 进给滚筒并可绕套筒9的轴线在水平面内回转任意角度。调整时应注意相应手柄和螺钉的放松与锁紧。这种进料器适用于大量生产的断面为方形的长料和板料的自动送料。

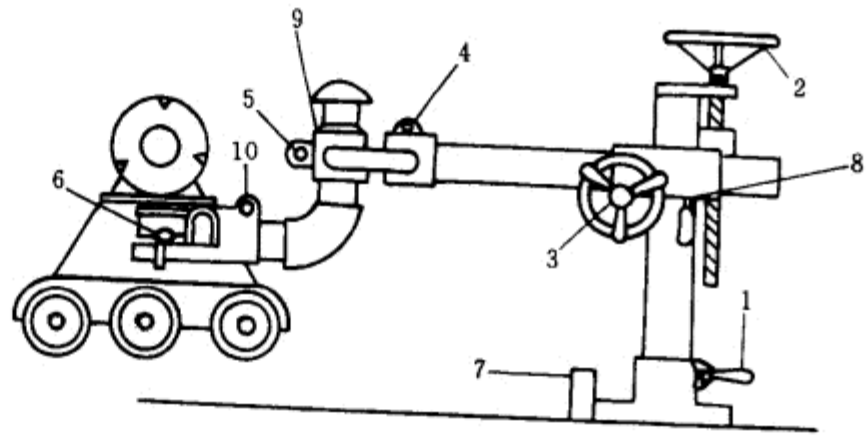


图 3-2 滚筒式自动进料器

1、4、8、10—锁紧手柄 2、3—手轮 5—锁紧螺钉
6—电动机位置调节螺钉 7—机座固定平面 9—套筒

图3-3所示为斜滚式自动进料器的外形图。这种单滚轮进料器, 结构轻巧, 使用方便。进给橡胶轮1成倾斜45°安装, 直径200mm, 由带减速器的双速微型电动机5直接驱动, 进给速度15、30m/min。橡胶滚轮可通过手轮2、丝杆螺母机构、溜板4在垂直、左右方向移动。送料时, 橡胶滚轮1可同时在水平和垂直面上压紧工件。如若不用时, 可将进料器绕底座上的小手轮轴向左翻转, 并顺时针方向转动90°即可。调整时注意拔出或插入有关定位销。

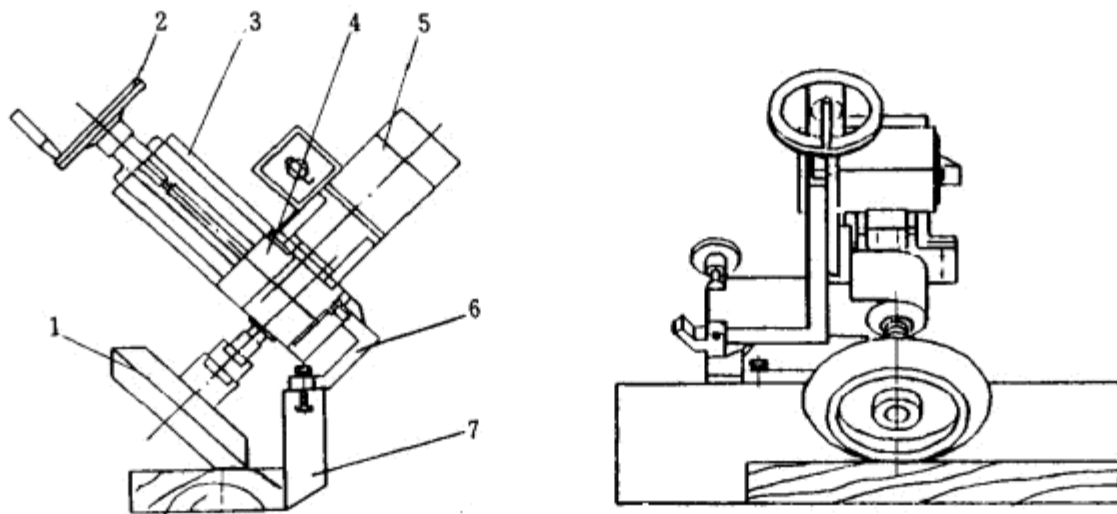


图 3-3 斜滚式自动进料器

1—橡胶滚轮 2—手轮 3—导轨 4—溜板 5—微型电动机 6—支架 7—导尺

图3-4所示为履带式自动进料器的外形图。在履带1上装有带弹性的进给销2, 弹簧3使销子紧压在工件上。履带由电动机4, 通过蜗杆蜗轮副5、圆柱齿轮副6来传动。用丝杆7和手轮8来调节进料器的高度。自动进料器装在立柱9上, 用螺栓10把立柱底座固定在工作台上。该自动进料器的最大宽度为200mm, 进料厚度20~100mm, 进料最小长度350mm, 进给速度8、12、16、24m/min, 电动机功率0.6kW, 质量74.6kg。

平刨床噪声较大, 主要是空气动力性噪声。目前国内外都在积极研制并采用了各种降噪技术, 主要是从降低噪声源, 控制噪声传播途径以及接受者的防护等方面着手的。例如研制低噪声的刀轴制造和装配精度, 采用精密轴承, 工作台钢板上开消音槽, 机床上合理设置减振元件, 采取吸声和隔声措施等。以上各种降噪技术都已取得一定的效果。

操作平刨时必须严格遵守安全操作规程。加工工件时, 应首先对被加工件进行观察, 确定操作方法。送料时右手握住工件的尾部, 左手按压工件中部, 紧贴导尺向前推送。当右手距刨口100mm时, 即应抬起右手靠左手推送。在操作中应随着工件的移动, 调换双手。当遇到节疤、纹

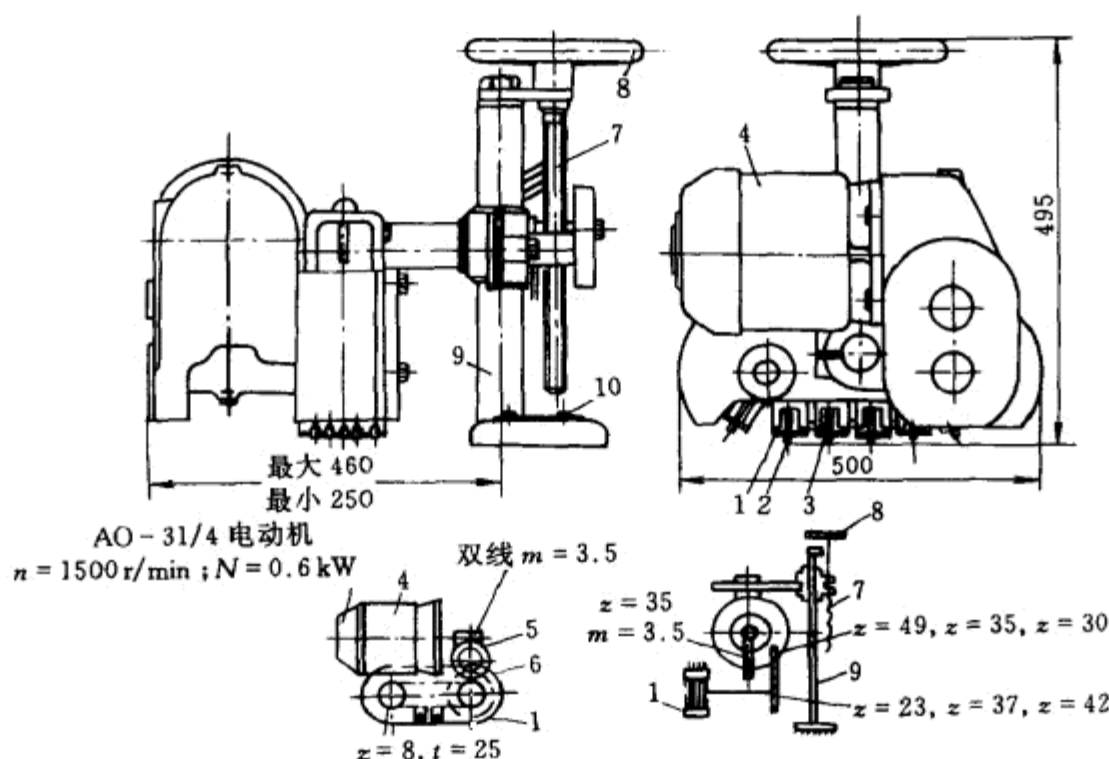


图 3-4 履带式自动进料器

1—履带 2—进给销 3—弹簧 4—电动机 5—蜗杆蜗轮副 6—圆柱齿轮 7—丝杆 8—手轮 9—立柱 10—螺栓

理不顺、材质坚硬、刨刀不锋利时，会因刨刀冲击，会使工件产生振动，操作人员一定要特别注意，应适当减慢进料速度或更换刨刀，尽量顺纹刨削，防止发生危险。一般情况下，平刨床的进料速度应控制在4~12m/min。在加工长400mm、厚20mm以下的薄板时，应用推板推送。长度在300mm以下的工件应采用倍数长度毛料来加工，以免发生事故。

近年来国内运用电磁力直接驱动以及机械共振原理研制成功的新型木工电磁振动刨，使刨刀作定向直线振动来切削木材，工件由手工进给。由于刨刀的振幅可以控制在既小于人手所允许的弹性变形范围，而又大于木材所允许的弹性范围，所以可以做到只刨削木材而不切削手指，保证了操作者的安全。该机床的切削噪声低于50dB(A)。但目前仅适用于松、椴等软材。其最大刨削宽度为100mm，最大刨削深度为1.3mm，有待进一步研究改进。

表3-1为国产平刨床的主要技术参数。

表 3-1 国产平刨床的主要技术参数

技术参数名称	MB502A	MB503A	MB504A	MB504B	MB506B
最大刨削宽度/mm	200	300	400	400	630
最大铣削量/mm	5	—	5	5	5
两工作台总长度/mm	1400	1600	2065	2100	2400
两工作台最小距离/mm	35	—	65	50	60
刀轴转速/r·min ⁻¹	6000	5000	5000	6000	6000
刀轴切削直径/mm	90	115	128	115	128
刀轴直径/mm	87	112	125	112	—
刀片数量/片	3	3	2	4	4
电动机功率/kW	1.5	3	2.8	3	4
外形尺寸(长×宽×高)/mm	1140×518×1068	1600×760×922	2065×1100×1100	2100×950×1045	2400×1240×1062
质量/kg	200	300	700	600	800

第二节 压 刨 床

压刨床可分为单面(或单轴)压刨床和双面(或双轴)压刨床。双面压刨床根据其加工方式不同又可分为压刨—平刨、平刨—压刨两种形式。压刨床均采用机械进给(一般是滚筒进给)。

一、单面压刨床

单面压刨床用于将方材和板材铣削成一定厚度。按照加工宽度可分为:窄型,加工宽度为250~350mm,用于加工方木零件;中型,加工宽度为400~700mm;宽型,加工宽度在800~1200mm,用于加工板材或框形零件。有的加工宽度达1800mm。

窄型单面压刨床结构简单,价格便宜,生产率较低,因此只适合于小型企业使用。中型压刨床用于加工各种中等宽度的工件,同样只适用于小批量生产。宽型和专用压刨床适用于专门化的大批量的生产。

图3-5(a)~(c)所示为单面压刨床的典型工艺图。图中1是被加工工件,在工作台2上装有两个空转滚筒3,在3的上方装有前进给滚筒4和后进给滚筒5。有些压刨床的上、下滚筒都是驱动滚筒,因此,进给牵引力较大。前进给滚筒4是带槽纹的,后进给滚筒5因为要和被加工过的工件表面接触,所以做成光滑的。为了使进给滚筒压向工件产生牵引力,采用压紧弹簧6。在刀轴7前、后有压紧元件,前压紧器8一般做成板形的,有时做成可绕轴9转动的罩形结构。挡板11用于防止切屑从上面落到后压紧器和后进给滚筒之间的已加工表面上。否则,刨花会经后进给滚筒在已加工表面上压出压痕,影响加工表面质量。

刀轴铣削深度一般控制在1~5mm,正常情况2~3mm。切削深度大小对工件厚度尺寸精度影响很大。

下滚筒必须适当高出工作台面,以减少工件和台面的摩擦阻力。如果下滚筒高出量大,而工件又有较大的刚度,则被加工过的工件表面就会形成图3-5(b)所示形状,而达不到平面精度要求。工件的两头将比中间高出滚筒凸出台面的高度 a ,而较厚端头的长度是两下滚筒距离的一半($s/2$)。此外,过高的凸出量还会使工件在加工时产生振动,影响加工质量。

切屑落到旋转刀轴和后压紧器之间也会破坏加工表面[图3-5(c)]。旋转切刀带动切屑13压向已加工表面,使表面产生压痕。因此,有些机床上安装有挡屑挡板14。为了保证良好的加工质量和表面光洁度,还应该正确选定工件进给速度、刀片刃磨质量以及压紧元件的压紧力,使工件在加工过程中处于稳定状态。

为了防止工件在进给方向反弹,压刨床必须设有止逆器12,起安全保护作用。

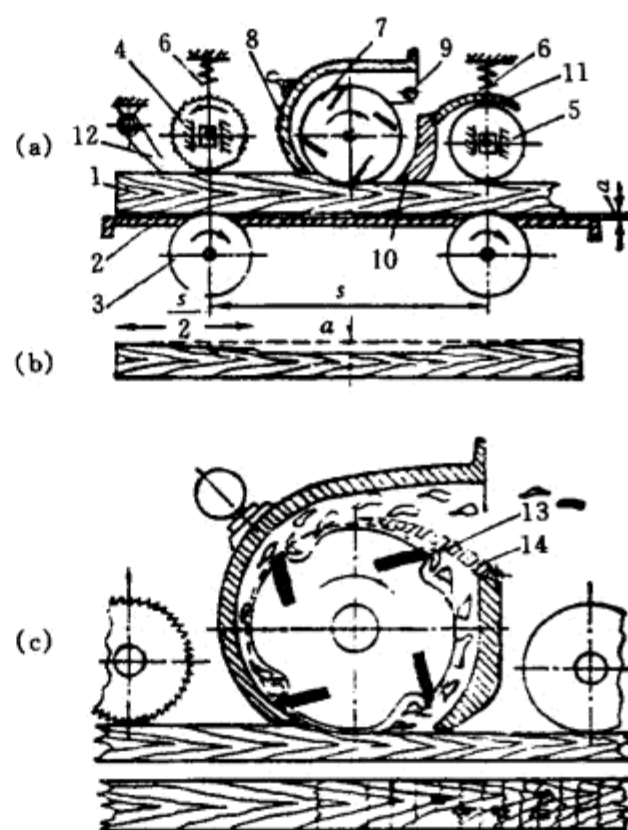


图 3-5 单面压刨床典型工艺图

- 1—工件 2—工作台 3—空转滚筒 4—前进给滚筒
5—后进给滚筒 6—弹簧 7—刀轴 8—前压紧器
9—轴 10—后压紧器 11—挡板 12—止逆器
13—切屑(刨花) 14—挡屑挡板

单面压刨床主要由切削机构、进给机构、传动机构、床身和操作机构等组成。

(一) 切削机构

刀轴长度应和机床工作台宽度相适应,一般为300~1800mm。工作台宽度在600mm以下,刀轴直径为80~130mm;工作台宽度在1200mm,刀轴直径为160mm;对更宽的压刨床,刀轴直径为180~200mm。刀轴上装刀数量一般为2~6片。绝大多数刀轴是圆柱形的。某些特殊机床上也有采用方形的。压刨床的刀轴,一般由电动机通过V带带动旋转,其转速为3000~7500r/min。在个别情况下,也有电动机直接带动刀轴旋转的,电动机可以用常用频率(50Hz),或高频电源(100Hz以上)。国外个别厂家在压刨床上使用螺旋刨刀轴,它具有切削平稳、噪声低、表面粗糙度低等优点。但刀轴的加工成本高,工艺复杂,刃磨和安装都不方便,故还未广泛使用。少量压刨床在工作台右边还设置有垂直刀轴,工件通过时可同时加工工件右表面。

(二) 工作台

机床工作台宽度是机床重要参数之一,一般为800~1400mm。工作台一般为整体铸铁件。为了减少工件和工作台之间的摩擦力,一般在工作台上开有两个长方形孔,以便安装下滚筒使其凸出台面。为了适应不同厚度工件的加工,工作台设有垂直升降机构,可以沿一对或两对垂直导轨调节。升降工作台可以采用丝杆螺母机构,也可以是移动楔块式机构,在某些新型压刨床上,也有采用一个丝杆螺母以及圆柱和垂直复合导轨导向的结构。

图3-6(a)所示为手动的丝杆螺母传动的工作台升降机构,在工作台1的两侧,安装有一对导轨2,转动手轮7(或者手轮8通过链条传动)经过锥齿轮传动4及轴5、6,使丝杆3转动,丝杆使工作台垂直移动。图3-6(b)所示为机动的丝杆螺母工作台升降机构示意图。在工作台两侧,安置有两对垂直导轨2,丝杆3由专用电动机4经链条传动5、蜗杆蜗轮传动6带动,实现工作台快速升

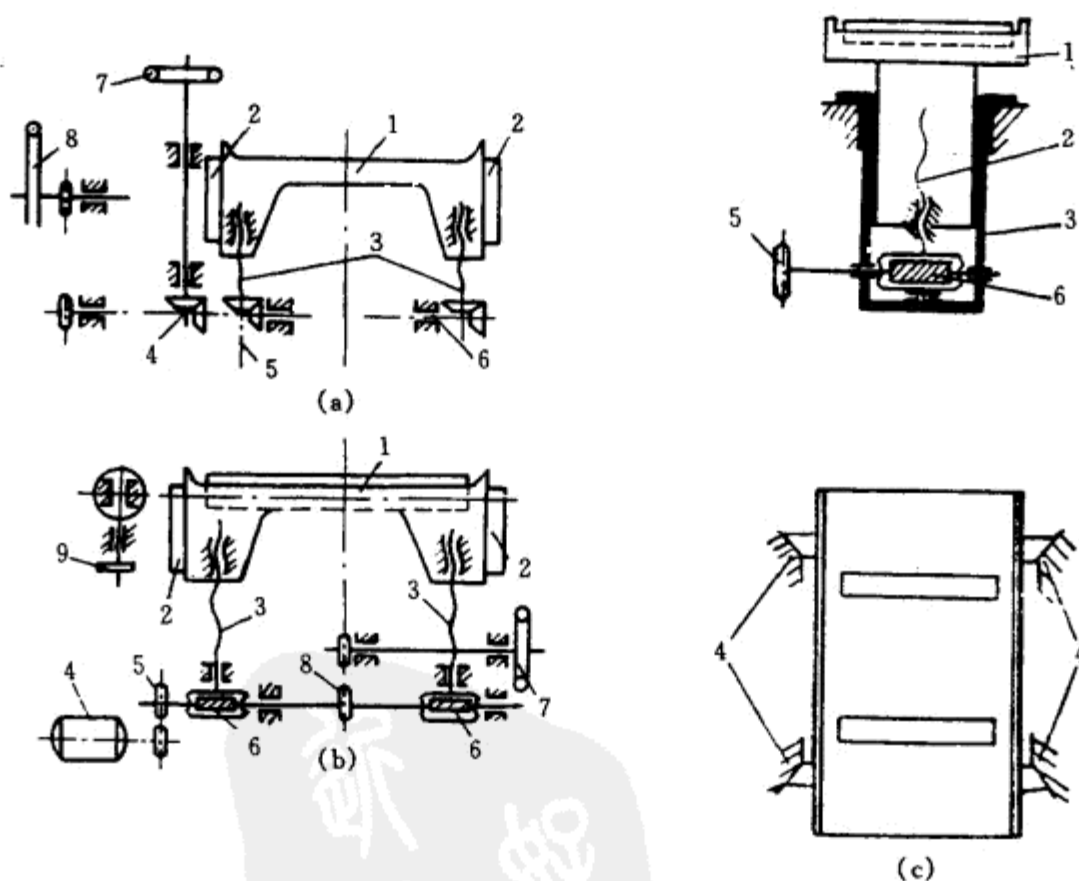


图 3-6 压刨床工作台升降机构示意图

- (a) 手动丝杆螺母传动 1—工作台 2—导轨 3—丝杆 4—锥齿轮副 5、6—轴 7、8—手轮
 (b) 机动丝杆螺母传动 1—工作台 2—导轨 3—丝杆 4—电动机 5、8—链条传动 6—蜗杆蜗轮副 7、9—手轮
 (c) 圆柱形导轨及单丝杆螺母传动 1—工作台 2—丝杆螺母机构 3—圆柱导轨 4—垂直导轨 5—链条传动 6—蜗杆蜗轮副

降调整。手轮7通过链传动8、蜗杆蜗轮6带动丝杆3转动,实现慢速精确调整。除上述采用两根丝杆支承形式外,亦有采用四根丝杆来升降工作台的。图3-6(c)所示为圆柱形导轨升降机构示意图。工作台1在丝杆螺母机构2的带动下,可以沿圆柱导轨3和在工作台两侧四个垂直导轨4作上下移动。丝杆2由专用升降电动机通过变速箱、链条传动5和蜗杆蜗轮6传动。这种结构既紧凑又能保证工作台有较好的刚度和稳定性,使机床具有较高的加工精度。楔形导轨工作台调整机构一般用于重型或新式中型压刨床上。

某些压刨床设置有两个工作台。图3-7所示2为主工作台,5为辅助工作台。两个工作台都能分别调整。辅助工作台上可以加工板材的侧面,扩大了压刨床的加工范围。

工作台高度调整控制装置的精度直接影响刨削工件的精确厚度。采用标尺显示,工人可根据读数来调整和固定工作台,调整精度主要决定于操作者的视觉,误差相应较大;采用预调计数器自动调整工作台的位置,根据工件所需的刨削厚度把工作台调整到预定的位置;更为先进的是计算机控制的工作台升降装置,控制系统可将所需的切削厚度的数据输入到控制板或由无线电遥控的指令板上,计算机储存有多种不同的工作台调整数据,按照简单的指令即可自动调整到所需厚度。后面两种的调整精度较高。

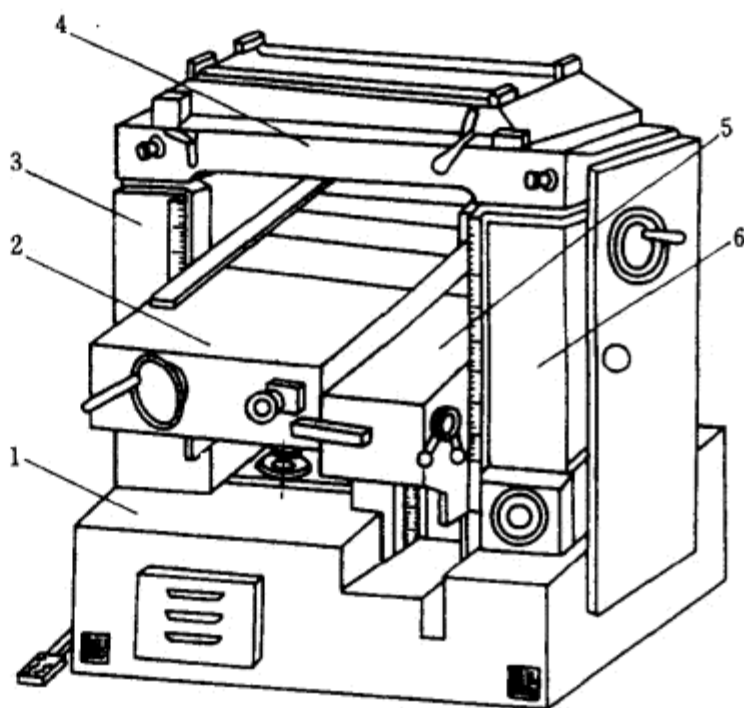


图 3-7 两个工作台的压刨床外观图
1—床身 2—主工作台 3—左立柱 4—刨刀轴与进料辊
5—副工作台 6—右立柱

(三) 压紧装置

1. 前压紧器(图3-5中8)

按其加压方式可以分为重荷式和弹簧式两种,按其唇口结构又可分为整体式和分段式两种。

前压紧器的作用是:在切刀离开木材处壅积刨花,防止木材超前开裂;压紧工件防止其跳动;抵消木材铣削时的分力;引导切屑以向操作人员相反方向排出,起切削刀轴的护罩作用。压紧器的唇口对木材的线压力一般为 $9.81 \sim 24.50 \text{ N/cm}$ 。

2. 后压紧器(图3-5中10)

用以压紧工件并防止木屑落到已加工表面压入后给滚筒,以免影响加工表面质量。因后压紧器压向工件时,工件已具有均匀的厚度,所以后压紧器一般均采用整体式的,并由弹簧来调节对工件的压紧力。

在一些压刨床上,为了避免前后压紧器唇口因工件厚度的变化而跳动,导致与高速旋转的切刀碰撞,故将前后压紧器作成和刀轴同轴转动式的结构。

(四) 进给机构

压刨床的进给机构一般是采用滚筒进给,即在刀轴前后各安装一个进给滚筒。前上滚筒带有网纹或沟槽,目的是为了增加牵引力。为了避免破坏已加工表面,后上进给滚筒则为光滑的圆柱体。有些压刨床为了加大牵引力,在出料处加设了一个出料滚。下面的滚筒则为支承滚筒。但某些压刨床则不设下支承滚筒,而利用工作台面支承工件,此时进给阻力虽然大些,但基准面精度高,使加工质量随之提高。目前,国外亦有采用橡胶带进给机构,使被进给的工件完全与输送带

接触,不但可以允许很高的进给速度,而且对湿材或树脂含量高的木材也可以有很高的生产率。

压刨床的前上进给滚筒有整体的和分段式两种。整体进给滚筒最多只能同时送进两根工件。为了同时送进具有一定厚度误差的两根以上的工件,提高机床生产率,广泛采用分段式前上进给滚筒。

分段式滚筒结构主要由滚筒轴、带齿槽的外圈和弹性体等组成。滚筒轴和外圈间的弹性体可以是几个小弹簧或几个橡皮圈。当同时送进的几块工件中,若某块较厚时,可使小弹簧或橡皮圈压缩变形,滚筒抬起让工件顺利通过。

压刨床的进给运动,一般有两种不同的传动形式:一种是直接从刀轴的一端,通过齿轮、链轮传动使前后进给滚筒旋转,国产MB103压刨床就是采用的这种方式;另一种是由专门的电动机通过变速机构、链轮—链条传动使进给滚筒旋转(如国产MB106压刨床)。前者一般进给速度不变或变速级数很少,多用在小型压刨床上。后者一般用在中型或宽型压刨床上。变速机构分为有级变速和无级变速两种形式。具有变速机构的压刨床,其进给速度一般在5~30m/min范围内。有级变速通常采用拉键(如MB106)、滑块齿轮机构(如MB1065等)或电动机变速等方式实现。变速的级数通常采用2~4级。无级变速采用锥盘式、带式无级变速器等多种结构形式,调速范围一般为5~20m/min或7~32m/min(如MB106A)。

二、MB106A型单面木工压刨床

图3-8所示为国产MB106A型单面木工压刨床的外形图。它用于木制品、建筑、车厢、木模等车间,将方材、板材加工成一定厚度和光洁度的表面。

MB106A型单面木工压刨床,床身1为整体封闭的框式铸件结构,机身稳重坚实,刚性好。工作台2横向穿过床身垂直窗口,下面由二个丝杆支承并作升降运动,由床身上的导轨导向,保证升降运动精度,它是通过电动机8来实现工作台的升降调节或者用手轮10实现精确微量调节,锁紧手柄12用于将工作台2锁紧在调节的高度位置上,以保证批量生产条件下加工厚度的一致性。为使工件顺利通过刀轴,工作台2上安装有二个光滑的支承滚筒,用手轮17来调节其高出工作台面高度。主电动机安装在床身内腔的右侧下方,主轴传动机构6使刀轴获得41m/s的切削速度。在床身左侧壁腔内,无级变速器3通过链传动传给进给滚筒4,使工件获得7~32m/min的进料速度。目前的改进型如MB106D型,已改为可控硅无级调速系统。

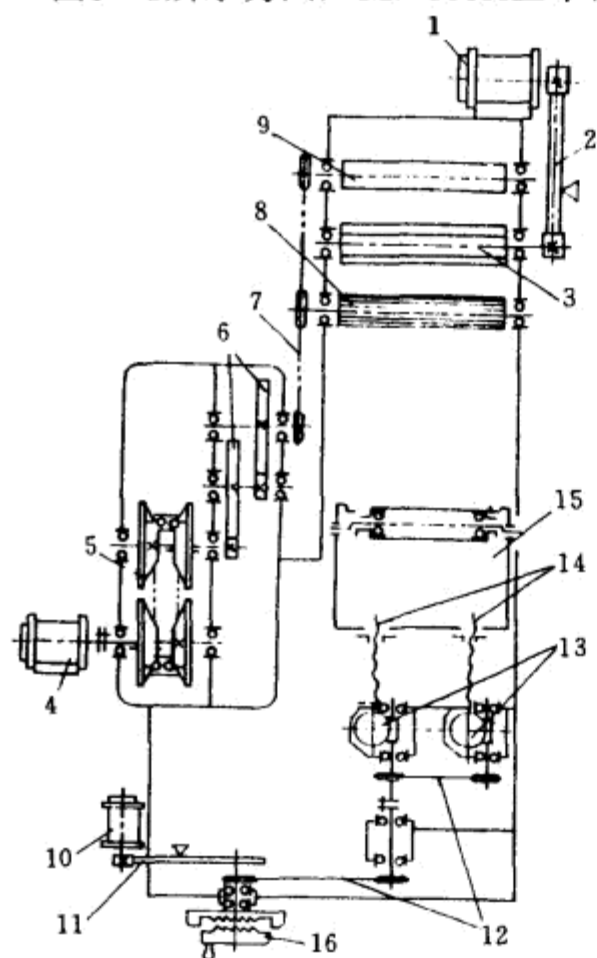


图 3-9 MB106A型单面木工压刨床传动系统图

- 1—主电动机 2, 11—V带传动 3—刀轴
4—进给电动机 5—无级变速器 6—圆柱齿轮传动
7, 12—链条传动 8, 9—前、后进给滚筒
10—工作台升降电动机 13—蜗杆蜗轮副
14—升降丝杆 15—工作台 16—手轮

图3-9所示为MB106A型单面木工压刨床的传动系统图,主要由主切削传动、进给传动系统和工作台升降传动系统三部分组成。主电动机1通过V带传动2驱动刀轴3转动,实现切削运动;进给电动机4依次通过链式无级变速器5、圆柱齿轮传动6、链传动7带动前进给滚筒8和后进给滚筒9,实现进给运动;工作台升降

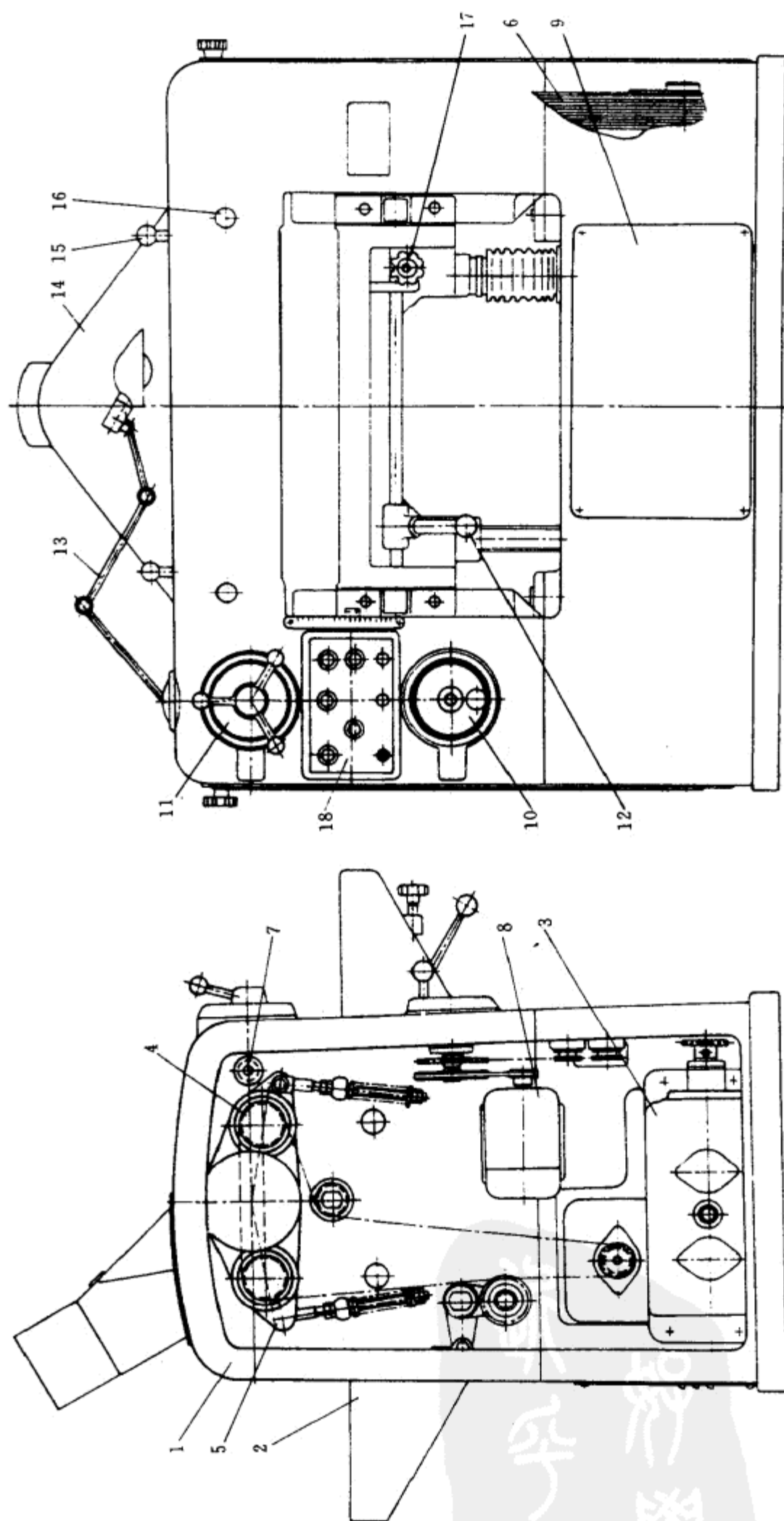


图 3-8 MB106A型单面木工压刨床外形图

- 1 床身 2 工作台 3 无级变速箱 4 进给滚筒 5 进给滚筒调压装置 6 主轴传动机构 7 止逆器轴
8 工作台升降电动机 9 电器箱 10 工作台升降微动手轮 11 进给速度调动手轮 12 工作台升降锁紧手柄
13 照明设备 14 排屑罩 15 防护罩抬起手柄 16 止逆器轴抬起手柄 17 工作台上调节滚筒高度手轮 18 电器按钮控制板

电动机10, 经V带传动11、链条传动12、蜗杆-蜗轮副13带动工作台15的升降丝杆14转动, 实现工作台的快速升降运动。转动手轮16通过链传动12、蜗杆-蜗轮副传动13使丝杆14转动, 实现工作台高度的精确调节。

图3-10所示为MB106A型单面木工压刨床切削刀轴、进给滚筒的结构图。切削刀轴1为整体式结构, 其两端分别由两个装有双列向心球面轴承座套2、3所支承, 轴承座套分别安装在床

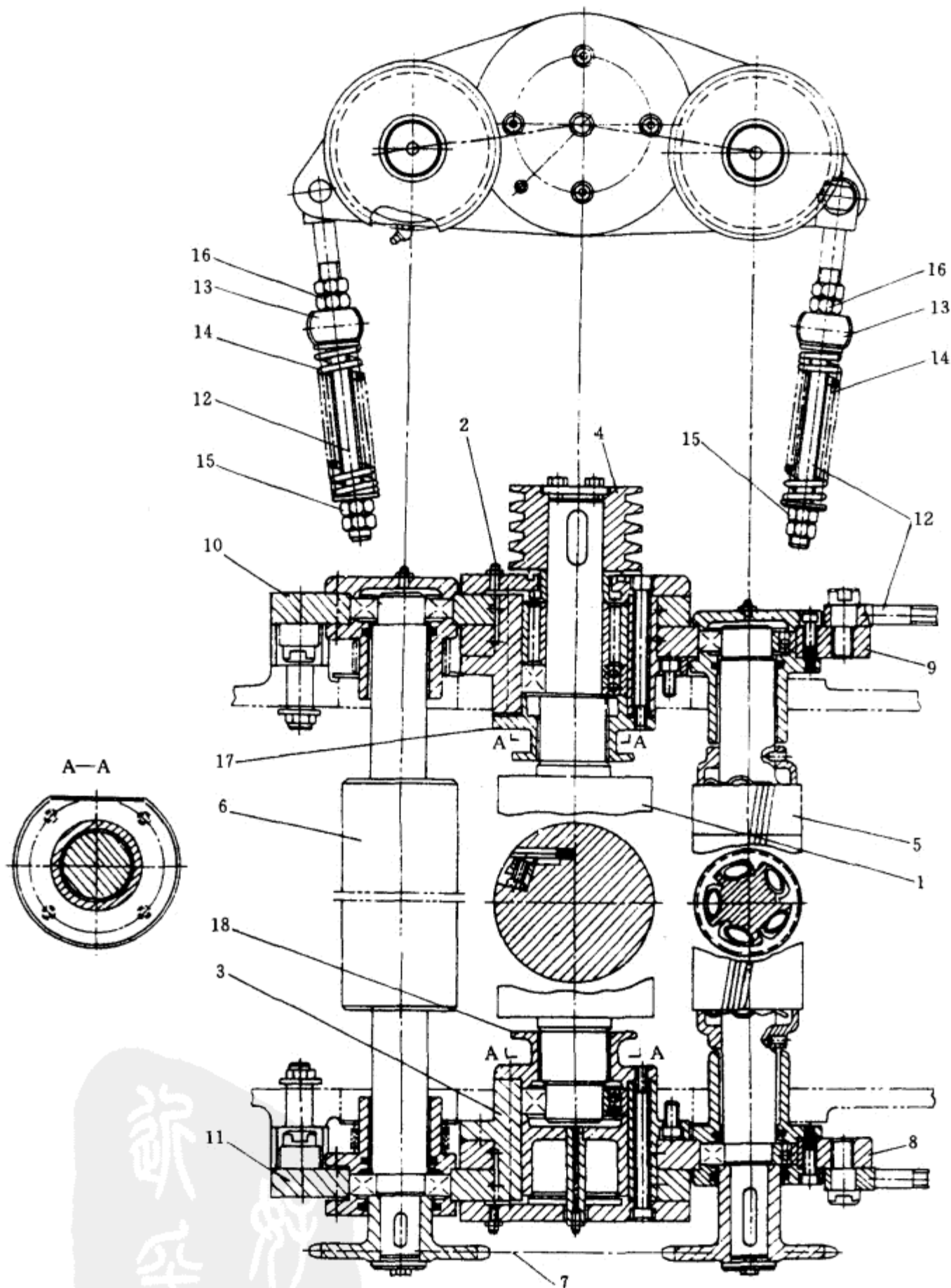


图 3-10 MB106A型单面木工压刨床刀轴、进给滚筒结构图

1—刀轴 2,3—轴承座套 4—V带轮 5—前进给滚筒 6—后进给滚筒 7—链条传动 8,9,10,11 支撑板
12—长螺栓 13—支承小轴 14—弹簧 15,16—螺母 17,18—轴承盖

身两边侧壁的圆孔内。V带轮4将运动和动力传至切削刀轴，刀轴直径为125mm，动平衡要求 $\phi 125\text{mm}$ 外径上不得超过0.25N，刀轴上装有4把刀片，装刀后的切削圆直径为128mm。

前进给滚筒5为分段式的，每一段内均装有扁圆形弹簧装置。这种结构的优点，是在允许的范围内能使不同厚度的工件同时进行加工。分段式滚筒表面带有倾角为 7° 的齿槽。后进给滚筒6则为整体式的光滑圆柱形的滚筒。前、后进给滚筒由同一链条传动7驱动。每个滚筒的两端分别由四块轴承板8、9、10、11所支承，板9、10套装在主轴承座套2上，板8、11套装在主轴承座3上，这种结构允许滚筒部件绕刀轴轴心线回转，滚筒升降灵活、调节方便。前、后进给滚筒的调位调压装置安装在每一个轴承板端部。长螺栓12的上部用螺钉与轴承板铰接，并穿过装在床身侧壁的支承小轴13，弹簧14和调节螺母15装在螺栓12的下部。调节螺母15可调整弹簧14的压缩量，由弹簧14所产生的反作用力将作用在长螺栓12上，由于力臂关系使前、后进给滚筒以更大的压力来压紧工件。螺母16用于调节各进给滚筒的高度位置。

图3-11所示为MB106A

型单面木工压刨床前、后压紧器结构图。左右两个支架1(图中只表示出一个)用螺钉2与盖板3构成门式刚性结构，支架1的一端通过横轴4安装着14个分段式前后压紧器5，另一端分别与装在床身侧壁上的弹簧支承成铰接。这种结构不仅保证了整个前压紧器可以绕弹簧支承6轴心线转动。横轴4的两端分别用销子与支架1固定。前压紧器5一般采用铸铁制造，要求有一定的耐磨性。14个双头螺栓7穿过盖板3与前压紧器上部相连，用螺母8来精确调节前后压紧器5的高度位置；14个压缩弹簧9一端支承在前压紧器的凹穴内，另一端被盖板3上特制螺钉10套住，用螺母11分别调节弹簧9的压缩量，也就调节了分段前压紧器5对加工工件的压紧力。此外，在左右二个支架1的端部还分别装有两个特制螺钉12，它们分别挂装着拉伸弹簧13，借螺栓14穿过床身台肩上。调节螺钉16，就调节了整个前压紧器的高度位置。

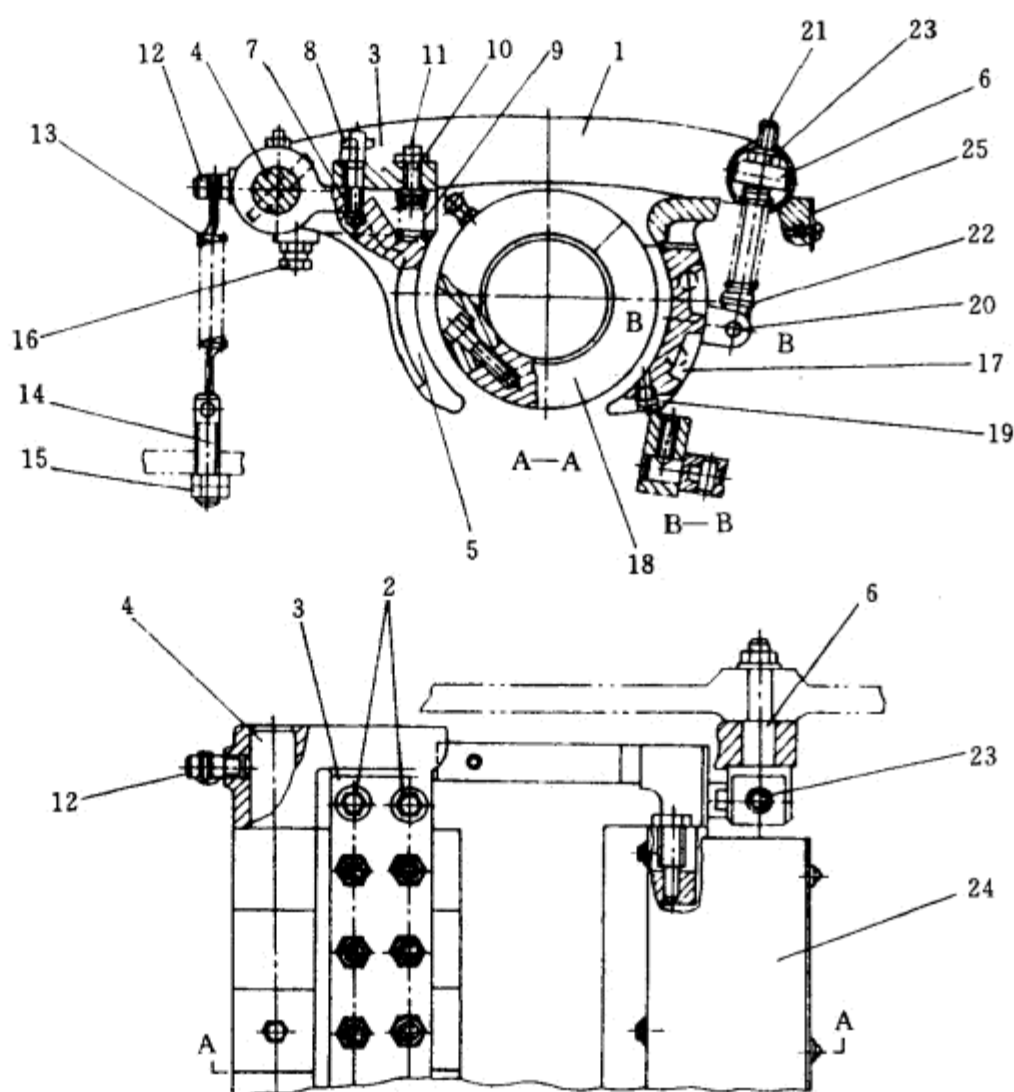


图 3-11 MB106A型单面木工压刨床前、后压紧器结构图

1—支架 2、16—螺钉 3—盖板 4—横轴 5—前压紧器 6—弹簧支承
7—双头螺栓 8、11、15、23—螺母 9、22—压缩弹簧 10、12—特制螺钉
13—拉伸弹簧 14、21—螺栓 17—后压紧器 18—轴瓦 19—镶条
20—支承叉 24—刮屑板架 25—黄铜刮板

后压紧器17的两端与两个剖分式的轴瓦18相联结，轴瓦18套装在主轴承座套的轴承盖上(图3-10中17、18)。后压紧器一般采用铸铁制造，其头部采用可拆式镶条结构，镶条19用螺钉

与后压紧器固定。支承叉20用螺钉固定在轴瓦18上,螺栓21下端与支承叉20成铰接,中间套装压缩弹簧22,螺栓21上部穿过弹簧支承6,用螺母23来调节后压紧器的高度位置和对加工工件的压紧力。在后压紧器17上还安装有刮屑板24。黄铜刮板25用以刮去后进给滚筒表面上的残留积屑。

三、压刨床的调整

在单面压刨床上加工的工件的一个表面应预先经平刨床精确刨平,使压刨加工有较好的基准面。否则,在单面压刨床上就很难得到精确的厚度。为了压刨能正常的进给,被加工工件厚度允差不得超过4~5mm。在加工工件窄边时,如果其宽度能保证在加工过程中有足够的稳定性,可以与宽面加工时一样进行。计算和实验表明,当工件厚宽比不超过1:8时,可以保证有足够的稳定性。如果低于这个比例,则只能并排几根一起通过机床加工。

单面压刨床的调整主要有以下几方面:

- (1) 前、后压紧器,前、后上下进给滚筒相对刀轴或工作台位置的调整;
- (2) 刀片在刀轴上的安装应平行于工作台;
- (3) 工作台不同高度位置的调整;
- (4) 前后压紧器和进给滚筒压紧力的调整。

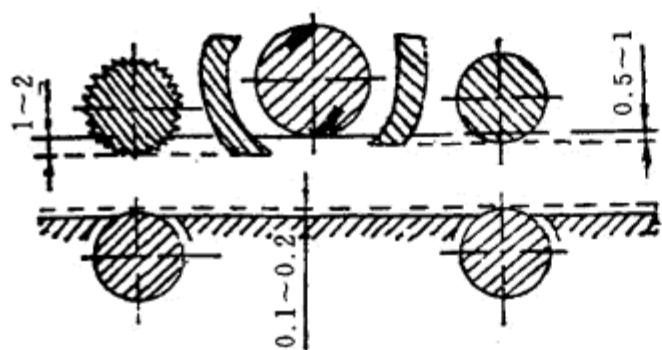


图 3-12 压刨床调整示意图

前后压紧器和进给滚筒相对刀轴切削圆下母线的相对位置如图3-12所示。前进给滚筒和前压紧器应比刀轴切削平面低1~2mm。下滚筒应比工作台面高出0.1~0.2mm,只有加工厚而未经平刨的工件时,允许高出量达0.3~0.5mm。后压紧器则应比刀轴切削圆最低点低0.5~1.0mm。

在刀轴平行于工作台的情况下,刀刃对工作台的平行度可用专用对刀器校准,如电磁定位规。简单的办法可用校准板,调整时将校准板安放在刀轴下的工作台面上,升起工作台使校准板与某一刀刃轻轻接触,然后用手转动刀轴并调整其余刀刃与校准板接触,这一调整应分别在刀轴两端进行。调整后将刀片固定。为了节省辅助时间,许多压刨上部采用了自动磨刀装置。

工作台高度调整可用带百分表的内径量表或者用与被加工工件厚度相同的样板。调整时将样板(或百分表内径量表)放置在工作台中间,慢慢升起工作台直至样板与某一刀刃轻轻接触,此时也需转动刀轴,以检验刀刃与样板接触时,刀刃是否处于最低位置。样板的长度不能超过前、后进给滚筒的距离。调整时工作台必须从下向上升起。如果下一批工件厚度比上一批大,需要增大工作台面和刀轴的间距,则必须先下降工作台使其与刀轴的间距大于被加工工件的厚度,然后再升起工作台。调整完毕后须用锁紧装置将工作台锁紧。

前后压紧器的压紧力可调节弹簧的压缩程度来调整。压紧力过小易导致工件跳动,影响加工质量;压紧力太大产生大的摩擦阻力,使进料困难且引起某些零部件过早磨损。压紧力的大小最好用测力仪检验,使其与计算所需压紧力相符合。

进给滚筒的压紧力调整可用试验法,即先调整进给滚筒使其具有不大的压紧力,用试件测试其进料情况。如果试件打滑,说明进给滚筒压紧力不够,则应加大压紧力再行测试,这样反复进行直至压力调整到合适为止。

压刨床可由一人或两人操作。当由两人操作时,一人送料,一人接料,送料者身体不应面对着工件尾端,以免工件反弹伤人。工件送进时,应检查控制工件厚度误差在一定的允许范围内,并应顺纹进给。当加工小于工作台面宽度的装配式框架类工件,必须倾斜着进给,其斜度应不大于30°,同时进给速度要慢,刨削量要小。当工件长度小于前后滚筒之间的距离时,禁止在压刨上加工;当刨削较长工件时,可在工作台出料端增设一辅助工作台,以免工件端头因低落和翘起而产生加工缺陷。加工中如有树脂粘结在台面和辊筒上,影响工件进给时,可经常在台面上擦拭煤油进行润滑。粘结在滚筒上的树脂应及时剔除。在工作过程中,如遇木屑等物堵塞住下滚筒与台面之间的缝隙,影响工件前进时,应停机或降落台面后再用木棍拨出,严禁直接用手指拨弄,以免发生危险。

表3-2为部分单面木工压刨床的主要技术参数。

表 3-2 压刨床主要技术参数

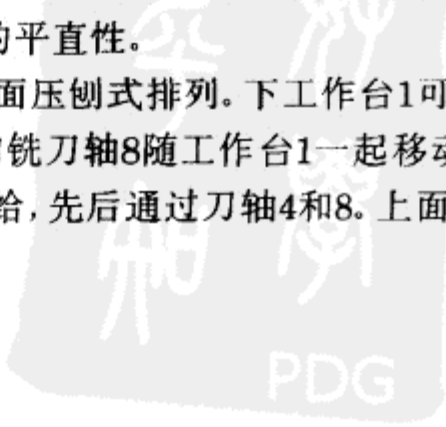
技术参数名称	MB103	MB106	MB106A	MB1065	S63	SX-500	SX-400	前苏联中型压刨
最大铣削宽度/mm	300	600	600	650	630	495	395	400~700
最大铣削厚度/mm	120	100	200	200	235	295	295	150~250
最小铣削长度/mm	200	100	290	200	280	263	263	-
刀轴转速/r·min ⁻¹	4000	4250	6000	4000	5500	5000 (60Hz)	5000 (60Hz)	4200~6000
刀片数目/片	2	4	4	4	4	—	—	2~4
铣刀切削直径/mm	80	125	128	125	120	刀头直径 100	刀头直径 100	120~130
进给速度/m·min ⁻¹	8	10,20	无级 7~32	10,20	6~9~12~18 (10~15~20~30)	9~18	9~18	1~4级或无级 5~30
进给滚筒直径/mm	60	125	90	125	85	—	—	100~120
功率/kW	2.8	7.5	7.25	7.5	进给0.9/1.2 切削5.6(7.5)	主轴3.7 进给0.4 台升降0.2	主轴2.2 进给0.4 台升降0.2	5~7.5
最大切削层厚度/mm	—	—	—	—	8	—	—	5~10
质量/kg	400	100	120	950	1035	780	700	800~1400
备注(生产国)	中国	中国	中国	中国	意大利	日本	日本	前苏联

第三节 双 面 刨 床

双面刨床用于同时对工件相对应的两面进行加工。在生产中这种机床适合加工宽度较大的板材,而窄的方材可以在四面刨床上加工。经双面刨床加工的工件应保证被加工表面有足够的平直性,并保证一定的厚度。因此,机床具有平刨床和压刨床的双重功能。机床具有上下两根水平刀轴,刀轴的排列顺序可以先下后上(先平刨后压刨),也可以先上后下(先压刨后平刨)。

工件平面加工可以用平刨方法,或者用压刨方法。在加工时,工件被加工面和其基准面重合的加工方法称为平刨加工方法。平刨加工方法能保证工件表面的平直性,但不能保证工件厚度。被加工表面是工件基准面的对应面的加工方法称为压刨加工方法。压刨方法不仅能保证被加工工件厚度,而且当加工刚性较大工件时能保证工件表面的平直性。

图3-13所示为双面刨床的工艺示意图。图3-13(a)为双面压刨式排列。下工作台1可以通过楔形导轨或丝杆螺母机构在垂直方向调节。下进给机构3和铣刀轴8随工作台1一起移动。八个进给滚筒(四个上进给滚筒2和四个下进给滚筒3)使工件进给,先后通过刀轴4和8。上面四个



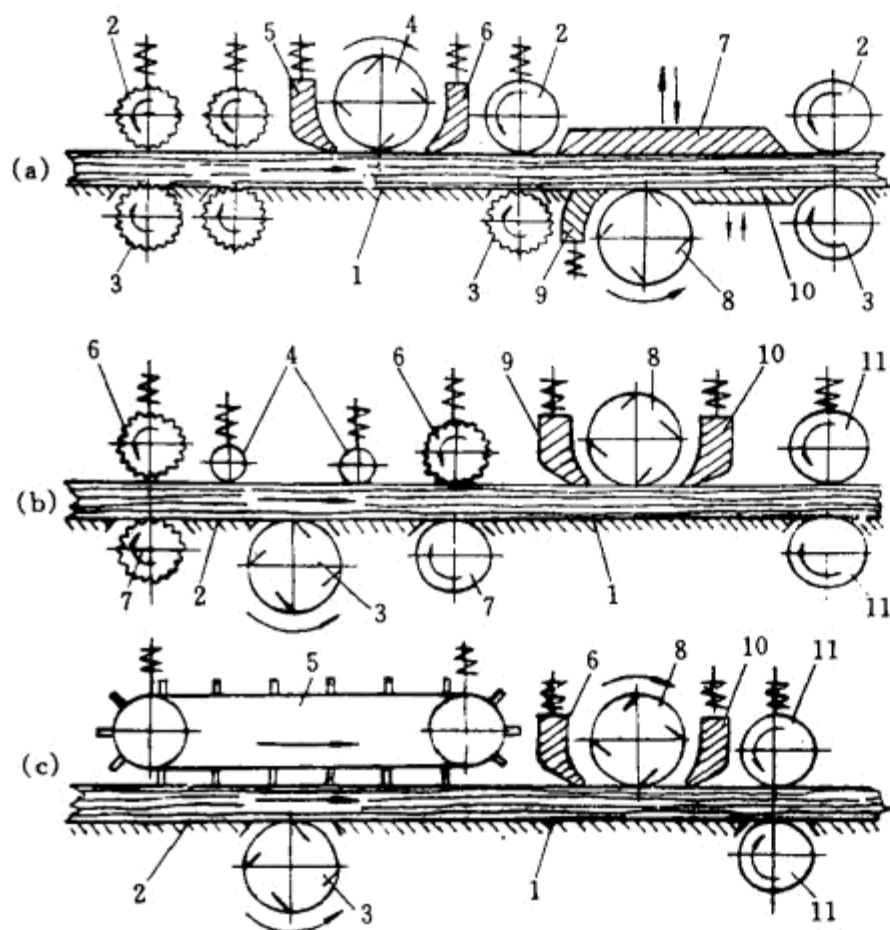


图 3-13 双面刨床的工艺示意图

(a) 双压刨式双面刨床

1—工作台 2—上进给滚筒 3—下进给滚筒 4—上刀轴 5—分段压紧器
6—后压紧器 7—基准板 8—下刀轴 9—压紧器 10—后压板

(b), (c) 平刨—压刨式双面刨床

1—工作台 2—前工作台 3—下刀轴 4—压紧辊 5—带进给销的输送带
6—上进给滚筒 7—下进给滚筒 8—上刀轴 9—前压紧器
10—后压紧器 11—光进给滚筒

整切削厚度。在下刀轴3的上面装有压紧辊4[图3-13(b)]和两个带槽纹的分段进给滚筒6。7是两个下整体进给滚筒。上刀轴8装有前分段式压紧器9和后整体光滑压紧器10。在工件出口处装有一对光滑进料滚筒11。其它机构与单面压刨床基本相似。

图3-14所示为双面刨床的外观图。主要由床身、切削机构、进给机构、工作台、压紧机构、机架升降机构等组成。

双面刨床的床身16可采用铸造件或型钢焊接结构。

双面刨床的切削机构由上刀架2和下刀架15组成。下刀架15由刀轴、刀头及轴承等组成,刀轴一端装有弹性橡胶联轴器,由电动机9经皮带传动、联轴器带动刀轴旋转。床身16侧面装有带滚筒的托架17,以供下刀架换刀时从床身上拉出。上刀架由刀轴、刀头、前后压紧器、防护罩及轴承等组成,刀轴由电动机经皮带传动作高速旋转。

双面刨床的进给机构,采用带进给销的输送带—滚筒进给形式,由电动机4经无级变速器5实现,这种机构可以减少在滚筒进给下工件被压弯的现象,它能得到较好的加工质量。

双面刨床机架升降机构是机床的重要部件,用以满足加工工件厚度变化的需要。上机架7由四个立柱13支撑,并可沿机床导轨垂直同步滑动。由电动机12经蜗轮蜗杆减速器、链轮链条、丝杆(四根)螺母机构带动上机架升降。为了防止上机架调整时超出行程范围,导轨上安装有限位开关,当上机架升降碰到任一端的限位开关时,升降电动机停止。

国产MB204双面刨床就属于此类型。

滚筒中在第一个铣刀轴前面的两个是带槽纹和分段式的。下面四个进给滚筒中前三个是带槽纹的,最后一个表面是光滑的。下面最前面的两个进给滚筒有时可以用履带机构代替。上刀轴4前面是分段压紧器5,后面是整体压紧器6,在下刀轴8的对面装有基准板7,工件在到达下刀轴8之前被压紧器9压向基准板7。基准板7可以在垂直方向调整。在下刀轴8之后设有后压板10,后压板10可以是有弹性的或非弹性的。下刀轴8,后压板10均设有垂直调整装置。当下水平刀轴前的压紧器缺少时,具有中凹下基准面的工件的前端很容易在刀轴处被卡住。

图3-13(b)、(c)是平压刨式双面刨。图3-13(b)是滚筒式进给,图3-13(c)是带进给销的输送带—滚筒式进给。后者能保证较好的加工质量,因为这种进给方式使工件在加工过程中变形较小。工作台1可以垂直移动,垂直移动前工作台2可以调

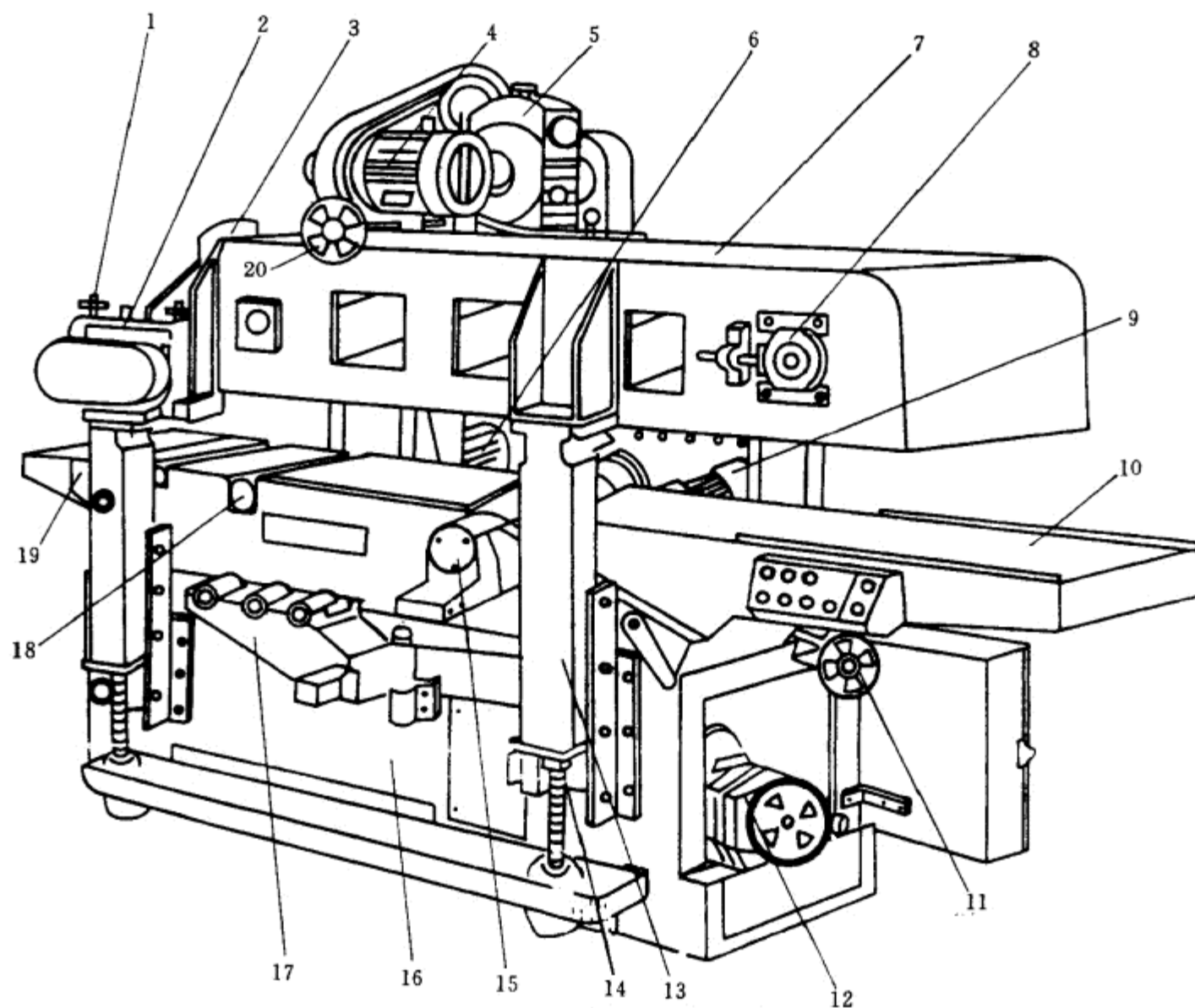


图 3-14 双面刨床外观图

1—后上进给滚筒 2—上刀架 3—前上进给滚筒 4、6、9、12—电动机 5—变速器 7—上机架 8—带进给销的输送带
10—前工作台 11、20—手轮 13—立柱 14—丝杆螺母副 15—下刀架 16—床身 17—托架 18—支承滚筒 19 后工作台

表3-3为部分双面刨床的主要技术参数。

表 3-3 部分双面刨床的主要技术参数

技术参数名称		MB206	MB204	机 床 宽 度 / mm		
				400~800	900~1200	1300~1800
最大铣削宽度/mm		600	400	400~800	900~1200	1300~1800
最大铣削厚度/mm		100	140	150~250	150~170	125~150
最小铣削厚度/mm		—	—	5~10	7	7
最小铣削长度/mm		200	230	400	500	550~600
进给速度/ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$		10、20	7.5、15	8~30	8~32	8~32
刀片数目/片		4	—	4~6	4~6	4~6
刀轴转速/ $\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$		上轴4250 下轴2880	29(m/s)	5000~7000	3000~6000	3000~3500
进料级数		2	无级	2~4	2~5	2~7
刀轴数/根		2	2	2	2	2
功 率 /kW	主 轴	11.5	11.5	4.5~10	10~20	14~25
	进给机构			1.4~3	2~4	3~4.5
	刀轴移动			—	0.4	0.7
	刃磨机构			0.25	0.25	0.25
工作台升降		—	—	手动丝杆	机构模式	—
质量/kg		1250	800	3000~4000	4000~5000	5500~7000
备注(生产国)		中国	中国	前苏联	前苏联	前苏联 日本

第四节 三面、四面刨床

三面刨床具有三根工作刀轴,一般由一根上水平刀轴和二根左右垂直刀轴组成。在结构上,前半部与压刨床类似,后半部与轻型四面刨床类似。如国产MB304型三面刨床即由MB106 A型单面压刨床改装而成。

按照机床的质量、外形尺寸、功率和进给速度大小,四面刨床可分为:轻型的、中型和重型的三类。

四面刨床至少有四根主要的刀轴,四根刀轴又可分为上下、左右两组,各用于加工工件上下、左右所对应的表面,因此轻型四面刨床类似两个双轴平刨床。

图3-15所示为四面刨床分类示意图。图3-15(a)所示为轻型四面刨床,有4~5根刀轴,采用滚筒进给。加工工件宽度为80~300mm。在四轴机床上装有一根加工工件底面的下水平刀轴(一般是毛料进给中的第一根刀轴),一根上水平刀轴以及两根加工侧面的垂直刀轴(左面和右面)。在结构简单的四面刨床上,毛料进给中的第二根刀轴是水平刀轴,两根垂直刀轴则被相对地安置在机床的出料部分(如国产MB403型),在成型加工结构较复杂的四面刨床上,上水平刀轴安置在最前面,垂直刀轴则安置在机床的中部,并且可以有一定的互相位移的调整。

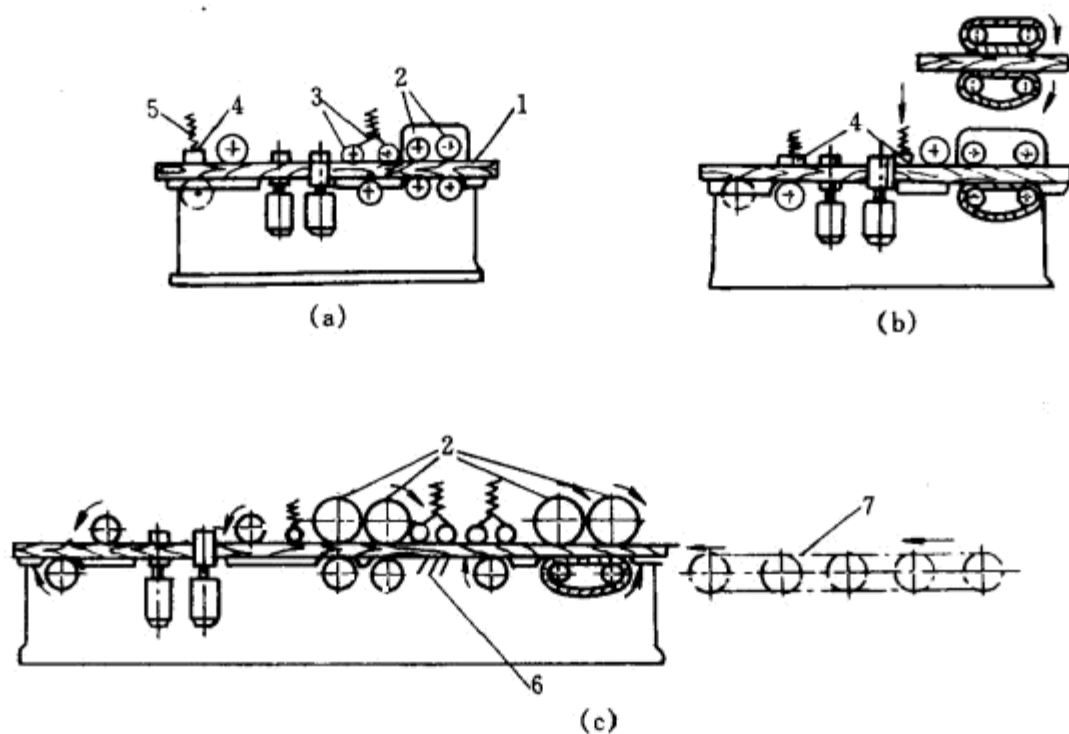


图 3-15 四面刨床分类示意图

(a) 轻型四面刨床 (b) 中型四面刨床 (c) 重型四面刨床
1—工件 2—滚筒 3—压辊 4—压块 5—弹簧 6—刮刀 7—供料台

图3-15(b)所示为中型四面刨床,一般有五根刀轴。加工工件宽度为250~300mm。五轴四面刨的第五根刀轴用于成型加工,通常安装在机床末端的下水平刀轴。刀轴的布局可以是平-压刨床系统或是双面压刨床系统。采用滚筒进给机构或履带进给机构。

图3-15(c)所示为重型四面刨床,有4~8根刀轴。加工工件宽度为350mm,厚度为150mm。这类机床适用于机械化程度高的大批量成材加工,机床的进料速度可达100m/min以上。八根刀轴保证毛料在高速进给中具有良好的基准面和精确的成型截面。机床有两套机械进给装置,在某些重型四面刨床上还装有刮光刀箱,特别适用于没有节子的软材加工,以获得精确的

刮削表面。有些重型四面刨床虽然没有安置刮光刀箱,但采用提高刀轴转速(7800~9000r/min)的办法来获得精确的加工表面。故这类机床有强力四面刨床之称,由于机床生产率高,在机床前后必须安置机械化的送料、装料及卸料装置。

上述各类四面刨床的对应刀轴布局可以是平刨—压刨式的或者是双压刨式的。

选择四面刨床的刀轴数目和各刀轴之间的相对位置,应根据可能加工工件的形状、毛料进给时的导向定位、加工基准和通过刀轴的方便性等因素决定。

在某些专用半自动四面刨床上,也有采用液压传动装置的,毛料由液压顶针卡紧自动定位并自动进给。刀轴安装在摆动刀架上,可以沿靠模装置摆动。这种机床可以进行曲线形零件的成型加工(如椅子的后腿),一般用于大批量生产的自动化流水线中。

图3-16所示为具有四根刀轴的轻型四面刨床工艺示意图。图3-16(a)表示机床刀轴是按平—压刨床系统布局的。1为被加工的毛料,前工作台2能垂直移动,后工作台3是固定不动的。沟槽进给滚筒4压紧毛料,实现进给运动。毛料的侧向基准面导尺5,以及毛料的压紧元件弹簧片6,保证毛料在进给时不产生歪斜。下水平刀轴7的刨削深度由前工作台2调节。具有弹性调节的压紧滚轮8,防止在刨削时工件的振动。毛料右边的垂直刀轴9的刨削深度,为导尺5和后工作台上导尺10相对位置的差值。在左边的垂直刀轴11的前面安装有断屑器12,同时使毛料的加工基准紧贴在导尺10的基面上,亦是防止工件的跳动。在左右垂直刀轴之间有压紧滚轮13。毛料在导向装置引导下通过上水平刀轴14,在刀轴14的前面有断屑器15,其后面有压紧装置16。可见,机床前面的两根刀轴是依照平—压刨系统来布局的,而后面的两根刀轴是依照压刨床系统来布局的。这种机床布局的优越性在于毛料通过前面二根刀轴后(下面和右面),可以获得良好的光基准(平面),从而保证了后面二根刀轴(左面和上面)的成型加工。但是,当毛料尺寸小于正常规定尺寸时,毛料上各个面就不可能完全被刨削到。倘若毛料具有中凹的话,还会发生被卡住的现象。

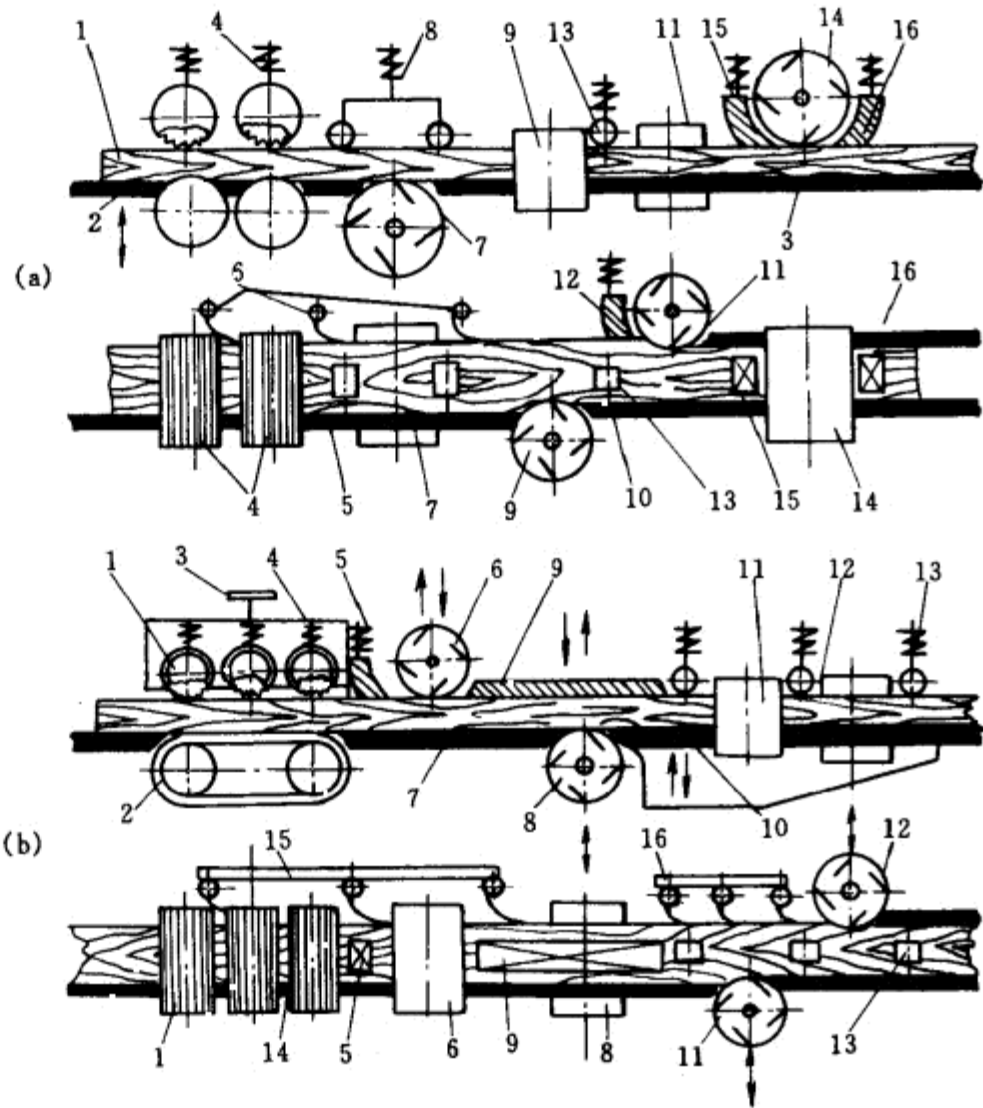


图 3-16 轻型四面刨床工艺示意图

(a) 按平—压刨床系统布局的轻型四面刨床

1—工件 2—前工作台 3—后工作台 4—进给滚筒 5、10—导尺 6—弹簧片
7—下水平刀轴 8、13—压紧滚轮 9—右垂直刀轴 11—左垂直刀轴
12、15—断屑器 14—上水平刀轴 16—压紧装置

(b) 水平刀轴按双压刨系统和垂直刀轴按平刨床系统布局的轻型四面刨床

1—进给滚筒 2—履带 3—丝杆螺母机构 4—机壳 5—断屑器 6—上水平刀轴
7—固定工作台 8—下水平刀轴 9—基准板 10—后工作台 11—右垂直刀轴
12—左垂直刀轴 13—压紧滚轮 14—导尺 15、16—压紧器

图3-16(b)所示为另一种形式的刀轴布置方案。机床的水平刀轴是按双面压刨床系统,垂直刀轴是按平刨床系统布局的。机床的进给机构由三个沟槽滚筒1和下面的坦克履带2组成,沟槽滚筒有单独的弹簧调压装置。丝杆螺母机构3使滚筒机壳4升降,以调节高度,断屑器5亦可随机壳4一起移动。上水平刀轴6具有独立的垂直移动的调节机构。机床有固定的工作台7。下水平刀轴8、基准板9以及后工作台10都具有垂直移动的调节机构。右边的垂直刀轴11和左边的垂直刀轴12,也都具有水平移动的调节机构。在后工作台上压有压紧滚轮13。此外,机床前面设有侧向导尺14,以及由弹簧构成的压紧器15(前面)和16(后面)。

加工过程中毛料开始时的基准面是在前工作台和侧面的导尺上,当毛料进到下水平刀轴8时,基准面迅速移到上面的基准面9(这种加工情况是具有压刨床的刨削特征),以后就转到后工作台上。而在侧面、右面具有平刨床的刨削特征。这种机床能保证加工质量,而且末端没有被卡死现象,适用于细木工零件加工。刀轴转速达9000r/min,进给速度可达30m/min。

四面刨床主要由床身、工作台、切削机构、压紧机构等组成。

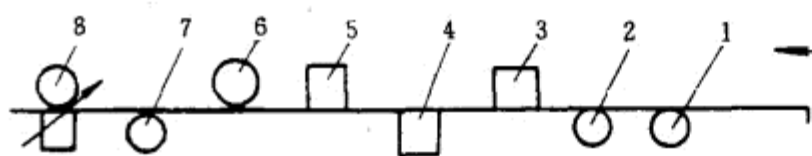


图 3-17 四面刨典型刀轴分布示意图

- 1—附加下水平刀头 2—下水平刀头 3—第一右垂直刀头
4—左垂直刀头 5—第二右垂直刀头 6—上水平刀头
7—第二下水平刀头 8—万能刀头

四面刨床切削机构,应用最普遍的为6~7根刀轴,其刀轴布局有多种形式。图3-17所示为四面刨典型刀轴分布示意图。图中1为附加下水平刀头,用于加工出辅助基准面(亦称预平刨刀头),此基准面不是平面而是齿槽表面,铣刀把工件表面加工出槽口,再

以此为基准进行加工。图中2为下水平刀头,位于附加水平刀头之后,以带槽表面为预基准面,加工出精度较高的基准面。图中3为第一右垂直刀头,用于加工工件右侧基准面,故亦称边刨刀头。工件经刀头2、3后,即获得互相垂直的基准面,以下工序即可以此两个基准面加工出所要求的高质量精确零件。图中4为左垂直刀头,经过这个刀头工件可得到一定的宽度或加工成型表面。当加工特别宽的门窗零件时,它可以降至工作台以下,右刀头则作为铣刀用。图中5为第二右垂直刀头,可加工右侧面的成型表面。图中6为上水平刀头,它是按压刨方式加工的,亦称压刨刀头。通过该刀头加工出一定厚度的工件或是工件的上成型表面。图中7为第二下水平刀头,用于加工下成型表面或者修正下表面。图中8为万能刀头,它可以安装铣刀或是锯片,可作为辅助的上刀头、下刀头或左刀头使用,并可在90°范围内倾斜,加工斜面或企口等。

四面刨床切削机构的刀头是由电动机通过皮带传动来驱动的,转速一般为6000r/min左右。刀头的形状有圆刀头、方刀头及成型铣刀等。一般水平刀头为圆刀头,垂直刀头为方刀头。平刨刀轴能作垂直方向的调整,其余各轴均可在垂直方向及水平方向作位移调整。四面刨床上设置有刻度标尺,可以迅速、精确地调整。为了快速准确地更换刀片,还专门设计了用于直刀或成型铣刀安装用的安装器。

某些新型四面刨床采用液压夹紧刀头,可以完全消除轴与孔间的间隙,同时配有适应这种刀头的特殊磨刀设备,可使刀头切削圆与刀轴不同心度误差保持在0.005mm以下;计算机技术的应用,可根据不同的切削模式,调定所有的刀头和进给机构,既经济、又省力,可大大减少机床的调整时间;数显装置可将刀头位置和进给速度用数字显示出来,既直观、又精确。

四面刨床的进给机构一般有下列几种形式,即:上面采用滚筒进给;上、下均有滚筒进给;上面为进给滚筒,下面为履带进给。一般轻型四面刨床只有进料滚筒,靠前面的工件推送后面的工件。有些中、重型四面刨床除了进给滚筒外,在后面刀头处尚有附加滚筒,在出料台处

还安装有出料滚筒。进料机构的传动可以是机械传动, 变速可以是有级或无级的, 进给速度一般为6~60m/min, 甚至可高达100m/min。进给滚筒的压紧力可采用弹簧加压, 亦可气压压紧。这种装置既可保证有足够的压紧力, 又能保证厚度有差异的工作件顺利通过。

四面刨床的压紧机构, 主要是指采用弹簧或气压压紧的进给滚筒, 上压紧滚轮, 侧向压紧滚轮, 压板装置, 前压紧器等。上压紧滚轮保证进给滚筒之间有足够的压紧力; 侧向压紧滚轮, 保证工件沿着导向板进料; 压板装置, 在上水平刀轴之后既起压紧又起导向作用; 前压紧器, 每个刀头都装防护罩和吸尘口, 上水平刀头及左垂直刀头前面装有压紧块, 起压紧和断屑作用。

四面刨床的工作台分前工作台(进料工作台)、后工作台(当只有一个平刨刀头时, 亦为出料工作台)及出料工作台。为了保证平刨精度, 前工作台都加长至2~2.5m, 并可垂直调整。将预平刨和平刨刀头之间的工作台做成槽形, 则工作台既起支撑作用又起导向作用。工作台右侧面装有导尺, 工件侧面以此面为导向, 它可以在水平方向调整。在机床的出口处上水平刀头后面安装有出料工作台, 它一般不需调整。在右边装有后靠山, 在侧向压紧器作用下, 工件总是紧靠靠山, 以此导向, 能加工高精度的工件。

除此之外, 四面刨床尚有电气设备、操纵控制设备、吸尘部件以及其它部件。

表3-4为部分三面刨床和四面刨床的主要技术参数。

表 3-4 部分三面刨床和四面刨床的主要技术参数

技术参数名称	MB304	MB403	C-10	C-16	C-26	PM4	NPF7	P179	Unimat 22A, 22B	Hydromat 16N	Profimat 22
最大刨削宽度/mm	400	300	100	160	260	100	175	170	220	160	220
最大刨削厚度/mm	120	125	50	80	125	100	100	120	120	120	120
最小刨削长度/mm	290	400	200	400	800	250	300	—	—	—	—
刀轴数目/根	3	4	5	5	5	4~5	4	4~5	6~8	6~8	6~8
刀轴转速/r·min ⁻¹	5000~ 6000	2900	6000	6000	6000~ 3000	6000 (60Hz)	5000	6000	6000	4500	6000
进给速度/m·min ⁻¹	无级 7~22	6、8、11、 22、39	4~24	7~46	8~49	无级 11~30	8~12~16~ 20~30~40	无级 5~50	无级 6~36	无级 6~36	无级 6~18
功率/kW	13.25	23.3	刀轴16.6 进给1.7	24 2.8	38 4.5	~20	~30	~18	~30	机械进给 ~35 液压进给 ~60	~30
占地面积/mm ²	—	—	2300× 1260	3300× 1250	4100× 1650	—	—	—	—	—	—
质量/kg	1500	2390	2900	5000	6800	2600	2600	—	—	—	—
备注(国别)	中国	中国	前苏联	前苏联	前苏联	日本	日本	意大利	德国	德国	德国

第五节 净 光 刨 床

净光刨床用于零件(或组件)表面修整加工, 以消除工件在平刨或压刨床上加工时所留下的波浪形刀痕, 从而获得更为光洁的表面。

按照刨削加工的运动特征可分为周期式和通过式两种。周期式的精光刨床有两种类型: 一种是零件不动, 而刨刀头作往复运动; 另一种是刨刀头不动, 而零件作往复运动。这些机床大多数由“手工刨”演变而成。通过式精光刨床采用刨刀头不动, 零件由机械进给实现刨削。目

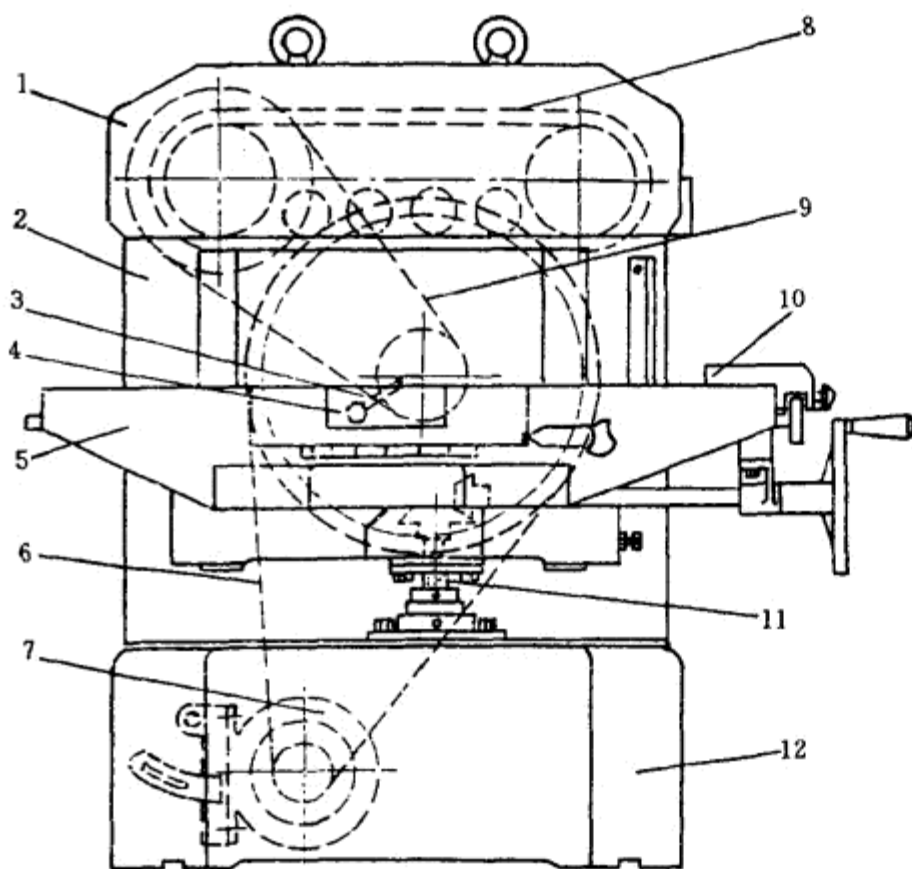


图 3-18 MB1025型净光刨床结构示意图

1—罩壳 2—床身 3—刨刀 4—刀盘 5—工作台 6、9—V带
7—塔轮 8—进给胶带 10—导尺 11—升降机构 12—底座

橡胶带工作边的内表面设有可调节压力的压紧装置,由若干排带弹簧的压辊组成。比较先进的压紧装置,还在中间的几排压辊上装有电子检测器,能根据工件被压表面的厚度进行检测,并发出讯号使其改变压辊的压力,以适应刨削,从而保证得到理想的刨削表面。

图3-19所示为MB1025型净光刨床传动原理图。环形进给胶带9,由电动机2、二级塔轮3、V带5带动回转,从而带动工件进给。进给速度分别为47m/min和84m/min。V带的张紧力可分别由螺栓1、4、6调整。

先进的精光刨床上装有自动跟踪的送料装置,可使整个进料装置自动升降以适应工件厚度变化的需要。

精光刨床近年来有了很大发展和改进。例如:从原来的一把刨刀增加到两把,使粗、精加工可一次完成;实现工件往返均可刨削,当工件正向进料时,实现粗刨,返回时实现精刨,提高了机床的生产效率;目前,为了进一步扩大精光刨床的使用效能,常与平刨、压刨床组成多用机床。

图3-20所示为压刨—精光刨床两用机床示意图。它由压刨架和精光刨架组成,分别由二根立柱作

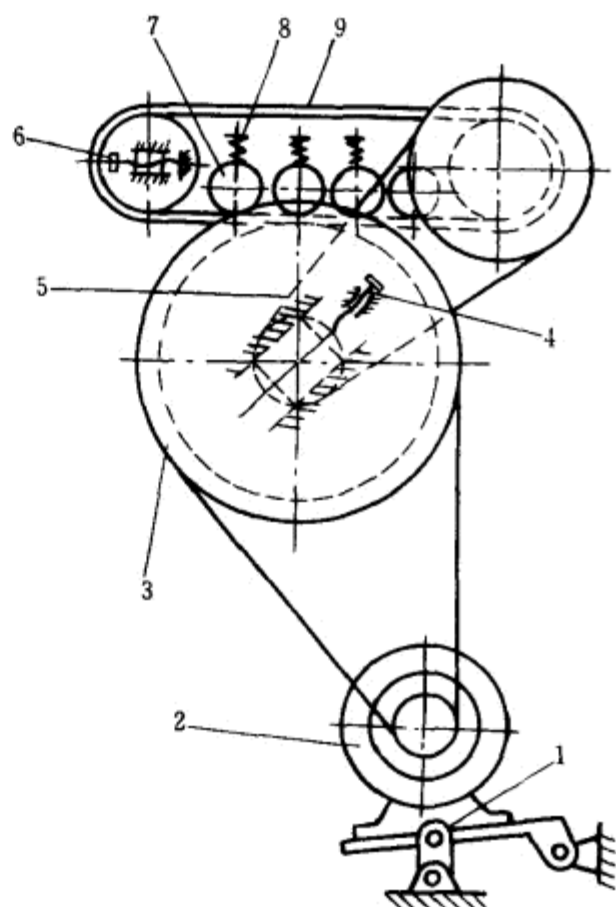


图 3-19 MB1025型净光刨床传动原理图

1、4、6—螺栓 2—电动机 3—二级塔轮 5—V带
7—压紧辊 8—弹簧 9—环形进给胶带

为升降导轨,它们分别设置排屑吸尘装置。另外,在工作台两端还附加活动支承架,以供加工长工件。

该机床有下列特点:机床对工件可先进行平面铣削,然后对铣削平面进行精光刨削,两道工序在一台机床上完成;机床设有自动跟踪装置,可对加工工件厚度进行自动测量,并将讯号发给刨刀轴和精光刨刀座,使其高度位置产生相应变化,保证对工件施加适当的压紧力;精光刀座有两把刃口相反的刨刀,因此,也可以作单独往复的精光刨削;装有感应式电子装置,工件送进时,可自动读出板材的厚度值,倘若工件超过上刀座与下工作台之间的距离时,上刀座会自动上升到最适宜的高度位置;切削深度可微量调节,通过手柄可调节刀刃的伸缩,其调节精度为1/100mm;圆形刀盘可在0°~60°范围内调节。

表3-5为部分净光刨床的主要技术参数。

表 3-5 净光机的主要技术参数

型 号		MB1025 ^①	MB1060 ^②	GB75 ^③	MB603	丸仲牌
加工零件尺寸	最大宽度/mm	250	600	250(0°~40°) 165(60°)	250(40°) 165(60°)	200
	最大厚度/mm	150	6~80	180	180	165
工作台尺寸	长度/mm	—	—	950	950	760
	最高时离地高度/mm	—	—	800	—	800
进料速度	慢速/m·min ⁻¹	45	52	47	—	50
	快速/m·min ⁻¹	75	70	84	—	100
刀盘旋转角度/(°)		0~60	刀架斜度 21	0~60	—	0~60
电动机功率/kW		1.5	5.5,0.8	2.2	2.2	1.5
备注(生产国)		中国青岛	中国青岛	中国上海	中国	日本

注:表中①、②、③所列为各厂发展产品时所定型号,按新国标应分别定为MB602、MB606、MB602。

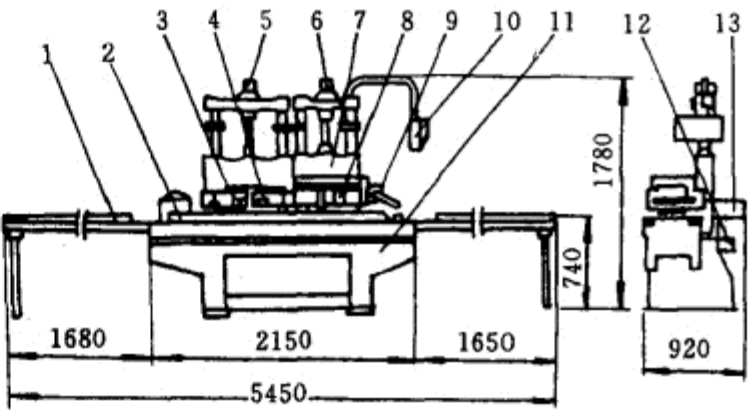


图 3-20 压刨-精光刨床两用机床示意图

- 1—辅助支承架 2—环形输送带 3—排屑罩 4—精光刨刀刀座
5—精光刨刀座升降电动机 6—压刨刀轴架升降电动机
7—压刨刀轴架 8—排屑吸尘罩 9—感应式压力电子装置
10—操纵箱 11—工作台 12—送料电动机 13—压刨刀轴电动机



第四章 木工铣床

木工铣床是万能性通用设备,用于对零部件的曲线外形或直线外形的铣削加工。采用专门的仿形木工夹具、模具,可以对零件进行外封闭曲线、内封闭曲线或曲线外形轮廓的铣削加工;此外,还可用于锯切、开榫和仿形加工等等。

木工铣床分类:按进给方式分手工进给和机械进给铣床;按主轴数目分单轴和双轴铣床;按主轴位置分上轴和下轴,或立式和卧式铣床;按机床质量分有轻型、中型、重型等。

在GB 12448—90中木工铣床的类别代号为MX,读作木铣。其组、系代号如下:在立式铣床中,立式单轴木工铣床为MX51,立式万能木模铣为MX52,双轴木工铣床为MX53;在仿形铣床中,镂铣机为MX70,模型仿形木工铣床为MX71,模板仿形木工铣床为MX72等。

第一节 木工铣床

木工铣床中以单轴立式下轴木工铣床应用较广泛,除用手工进给方式外,亦有采用机械进给方式的。

一、手工进给木工铣床

这类木工铣床有单轴和双轴两种。单轴的又分为下轴式和上轴式、立式和卧式等等。

单轴立式木工铣床如图4-1所示。床身1一般为整体铸铁制成的箱体结构,而钢板焊接结构床身因生产周期短,机床改型方便,成本低,故使用逐渐增多。工作台2固定在床身上,且与主轴保持垂直。有的工作台做成可倾斜调节的,其调整范围通常为 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$,以扩大机床的加工工艺性。主轴4通常是组合式的,铣刀头6装在可更换的套装柄上,而套装柄与主轴之间以锥孔配合的同心度为最好。此锥孔,轻型铣床采用莫氏锥度3号,中型铣床为4号,重型的为5号。主轴一般由两只滚动轴承支承,应选用高精密级轴承,国外亦有选用超精密级轴承。为了适应更高转

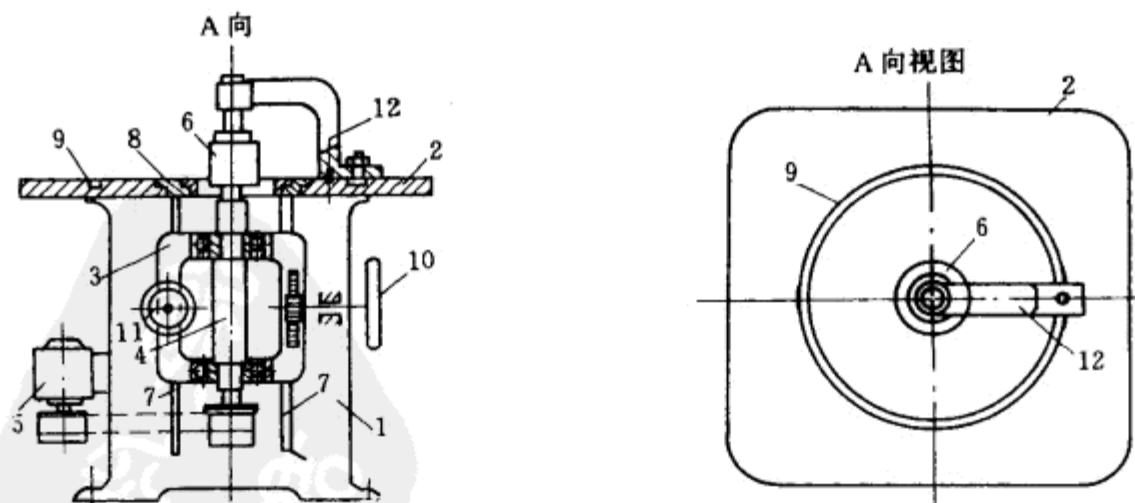


图 4-1 立式单轴木工铣床示意图

- 1—床身 2—工作台 3—主轴架 4—主轴 5—电动机 6—铣刀头 7—导轨
8—嵌入式圆环 9—圆形导槽 10—手轮 11—锁紧螺钉 12—主轴支架

速的要求,国外亦有采用悬浮式磁力轴承。主轴轴承必须具有良好的润滑,其中以液体喷雾式润滑为最好。主轴传动常采用平带、V带、同步齿形带等传动方式,其中以同步齿形带性能为最好,它不但可使传动机构简化,而且噪声低,可避免打滑。主轴变速常采用塔轮或带式无级变速器。铣床主轴可由电动机直接驱动,也可由高频电机或二速(三速)变速电动机驱动。

木工铣床生产中也常用于零件端部的榫头加工,为此必须在木工铣床床身侧壁上设置有托架(或活动工作台)。

下面将重点介绍生产中较为常用的国产MX519(按新国标规定为MX5110)型立式单轴木工铣床。

图4-2所示为MX519型单轴木工铣床的外形图。它主要用于工件的各种沟槽、平面和曲线外形加工,方材的端头开榫头,拼板的槽、簧加工,木框外缘型面加工等等。

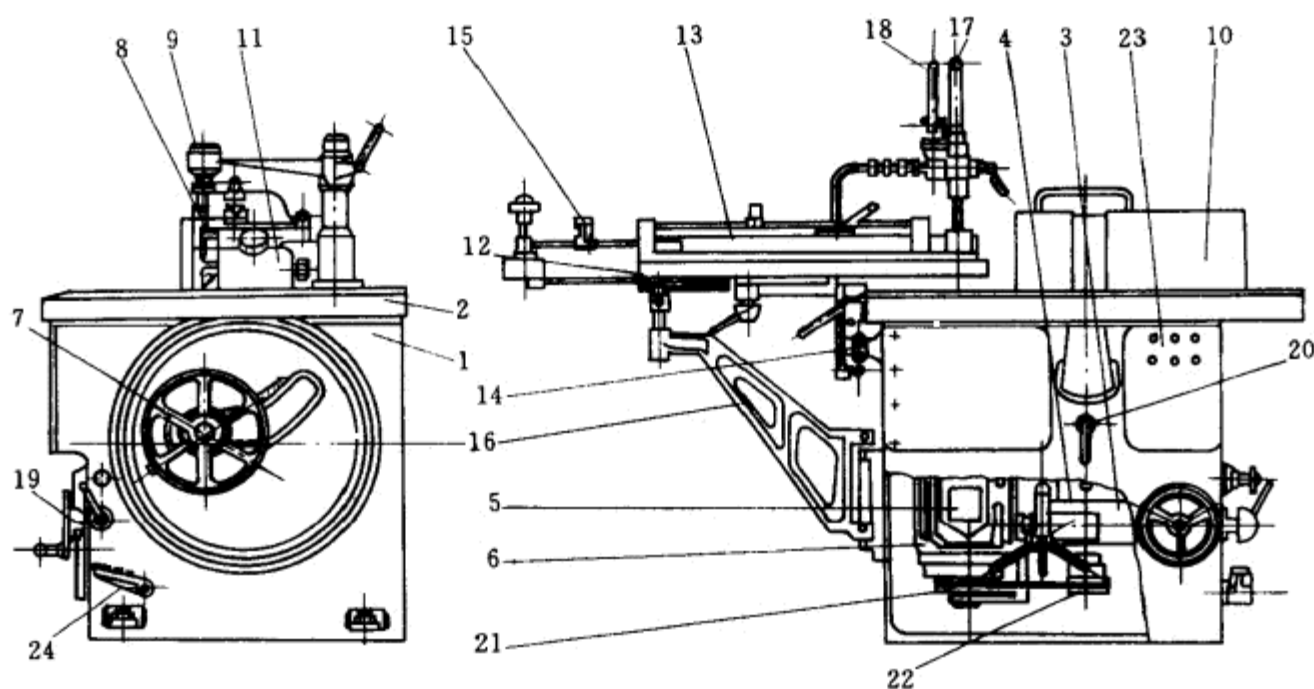


图 4-2 MX519型单轴木工铣床外形图

1—床身 2—工作台 3—主轴 4—主轴套筒 5—电动机 6—皮带张紧机构 7—主轴升降机构 8—伸出主轴 9—主轴支架 10—导板 11—安全护罩 12—活动工作台 13—靠板 14—导轨 15—限位器 16—托架 17—偏心夹紧器 18—侧向夹紧器 19—主轴倾斜装置 20—主轴止动机构 21、22—皮带塔轮 23—电器按钮 24—刹车踏板

工作台2为整体铸铁矩形平板。被加工零件的各种沟槽、平面、曲面都在此工作台上进行加工,为此工作台表面必须精密加工。工作台背面设有加强筋,使其强度和刚度都得到了保证。工作台由四个螺钉固定在床身上,构成一整体。台面上装有导板10,安全护罩11,用以调整铣削深度和兼做木屑吸出器;此外,还装有带有可拆卸轴承的主轴支架9,轴承套装于主轴伸出的套装柄端部,使主轴在重型加工时运转平稳,能承受较大的侧向压力。

床身上部与工作台中心相对应处开有长圆形孔,以便主轴套装柄伸出于工作台面上,主轴与床身长圆孔之间用可伸缩的帆布罩封住,这样即使主轴调整至倾斜位置时,杂物和切屑等也不致于落入床身内。

主轴结构如图4-3所示。主轴是由套装柄和主轴5两部分组合而成。采用对心性较好的锥孔结合(莫氏锥度5号)。差动螺母8把套装柄和主轴紧固联成一体,易于拆卸和更换。铣刀等刀具就安装在此套装柄上。

主轴上部的推力轴承7,既要承受径向力,又要承受主轴及其附件的自重和工作时的轴向分力。

电动机支座3用螺钉装在轴套6的下端,以齿条与电动机座相联结。齿条与齿轮轴10啮合,搬动手柄9,转动齿轮轴,推动齿条运动,使传动V带张紧。

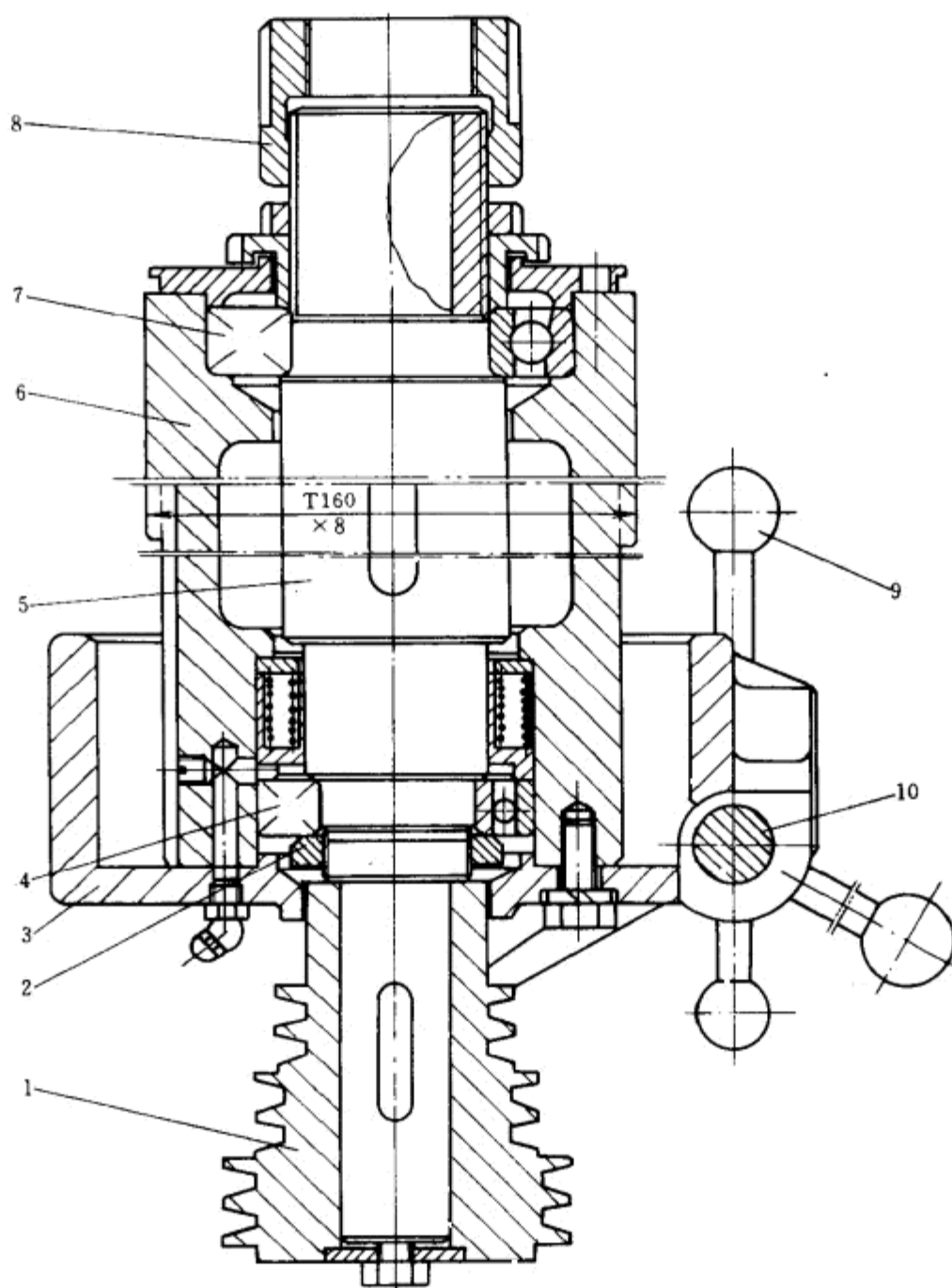


图 4-3 MX519型单轴木工铣床主轴

1—皮带塔轮 2—紧定螺母 3—电动机支座 4—径向滚珠轴承 5—主轴 6—轴套
7—向心推力轴承 8—差动螺母 9—手柄 10—齿轮轴

轴套6外圆上的梯形螺纹(T160×8)与升降机构上作为螺母的锥齿轮(图4-4之3)梯形内螺纹构成丝杆螺母副,并靠螺纹支承和升降调整。

图4-4所示为MX519型单轴木工铣床的主轴调整机构。它由升降机构和倾斜机构组成。

主轴升降机构由上、下轴套座2、1,作为螺母的锥齿轮3和与其相啮合的小锥齿轮6,滑键4,顶块5,手轮17和锁紧手柄18等组成。主轴升降调整步骤如下:先旋松锁紧手柄18,再转动手轮17,通过锥齿轮副6、3,当大锥齿轮3旋转时,借螺旋副(T160×8)使轴承套连同主轴沿滑键4上、下移动,从而获得主轴的上升与下降。调好后,再旋紧手柄18,主轴锁紧。

主轴的倾斜机构由托架10,圆弧导轨12,调整螺母19和锁紧机构14、16等组成。主轴倾斜调整步骤如下:先放松锁紧手柄16,再由床身正面转动调整手轮(图4-2中19),通过丝杆和装在

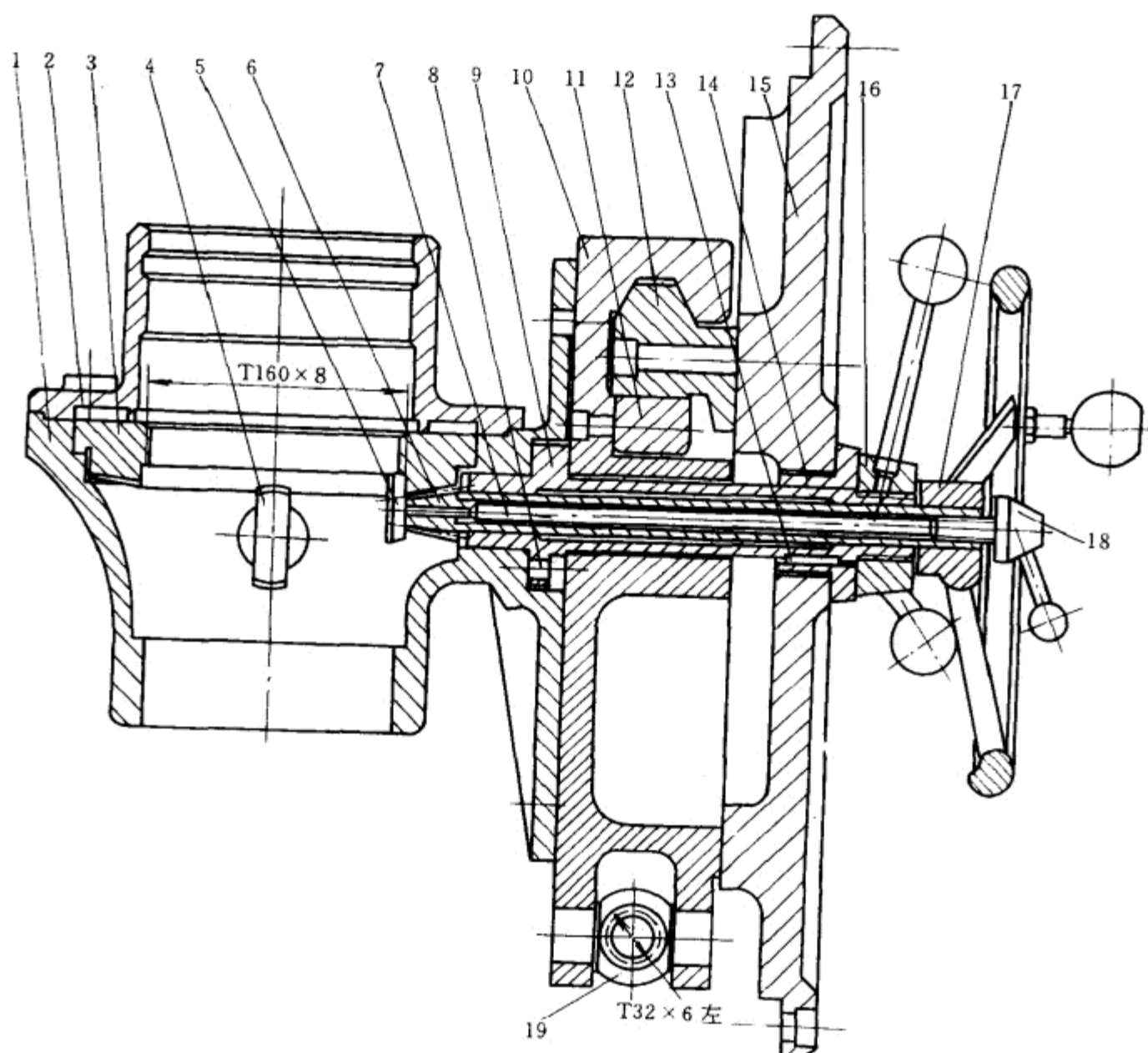


图 4-4 MX519型单轴木工铣床主轴调整机构

- 1—下轴套座 2—上轴套座 3—带有内梯形螺纹的锥齿轮 4—滑键 5—顶块 6—小锥齿轮 7—小轴 8—螺钉
9—套轴 10—托架 11—圆弧状调整挡板 12—圆弧导轨 13—键 14—压紧套 15—圆盘
16—主轴倾斜锁紧手柄 17—主轴升降手柄 18—锁紧手柄 19—主轴倾斜调整螺母

托架10下面的调整螺母19,推动托架10沿圆弧形导轨12滑动。固定安装在托架10上的主轴套座1、2,主轴套,主轴和电动机等也都随之一同绕此回转中心转动,以保证各部件相互位置不变,满足传动关系的要求。由于圆弧形导轨的回转中心位于工作台上表面与主轴轴心线相交的O点处,这样可以保证主轴倾斜时,刀具水平位移最小,而主轴又不与工作台相碰。主轴轴线与工作台水平面之间的角度调整范围为逆时针方向 5° ,顺时针方向 45° 。主轴部件按工艺要求调整后,需将锁紧手柄16旋紧,使工作时不发生变动。

活动工作台是用于板、方材端头开榫的,其结构如图4-5所示。

活动工作台6用铸铁制成,上表面为被加工零件的支承基准面,要求具有一定的几何精度和装配精度,以保证加工质量。活动工作台在托架23的支撑下,可沿圆柱导轨16水平移动。活动工作台上装有零件侧向基准的导向板8,从零件上部压紧的偏心压紧器10,侧向压紧器9和零件长度尺寸的限位器4。活动工作台末端装有两根支架轴3,后托板1,供加工长零件之用,保证加工质量。

底架7也是用铸铁制成的,在其背面的右端装有两个轴承座13。每个轴承座上以偏心套安装两个单列向心轴承,这两个轴承的轴心线的夹角为 90° ,并以其外圈作为支承滚轮安装在上圆柱导轨上。固装在底架7上的支架21,装有以下轴承滚轮17安装在下圆柱导轨16的下方,这种结构避免了活动工作台向上移动或脱轨,并能保证工作台移动轻快。底架7的左端是由托架23支

承的。托架通过销轴20和支座18联结于床身上。支承轴27的上部安装两个轴承滚轮28, 从左右卡在底架的导轨5上。支承轴27与托架23采用滚动轴承配合结构。用螺母25调定支承轴27的高度即调整了活动工作台的水平度。安装时要求活动工作台工作面对固定工作台工作面的平行度在1m长度上不大于0.30mm(包括沿着导轨方向的平行度和垂直导轨方向的平行度)。

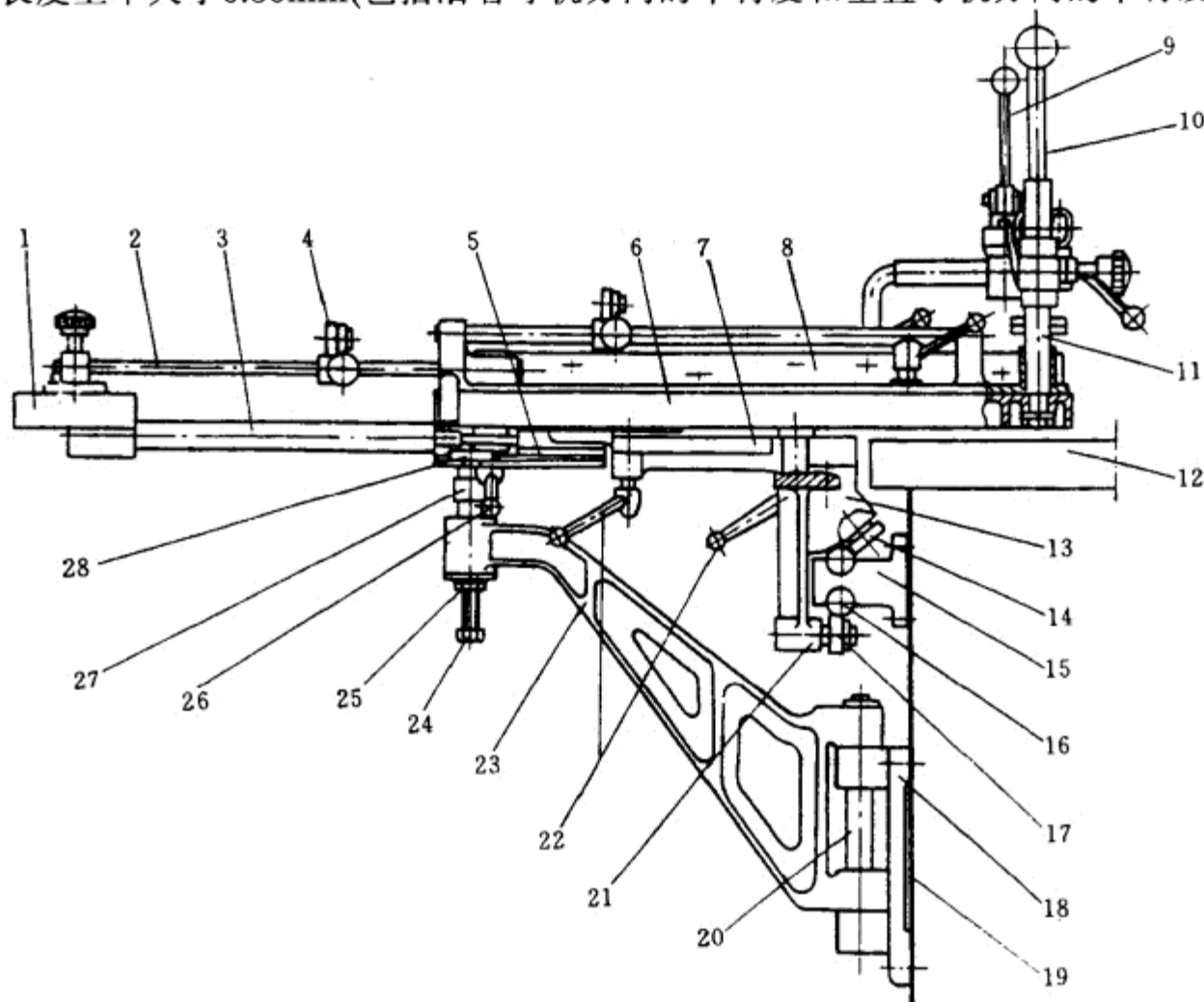


图 4-5 MX519型单轴木工铣床活动工作台

1—后托板 2—圆柱形导杆 3—支架轴 4—限位器 5—导轨 6—活动工作台 7—底架 8—导向板
9—侧向压紧器 10—上压紧器 11—导柱 12—固定工作台 13—轴承座 14—上轴承滚轮 15—导轨支座 16—圆柱导轨
17—下轴承滚轮 18—支座 19—床身 20—铰销轴 21—下滚轮支架 22—锁紧手柄 23—托架 24—锁紧螺钉
25—螺母 26—支架轴锁紧手柄 27—支承轴 28—滚轮

该机床的传动系统如图4-6所示。零件加工时是手工进给的。主轴传动采用JM2-

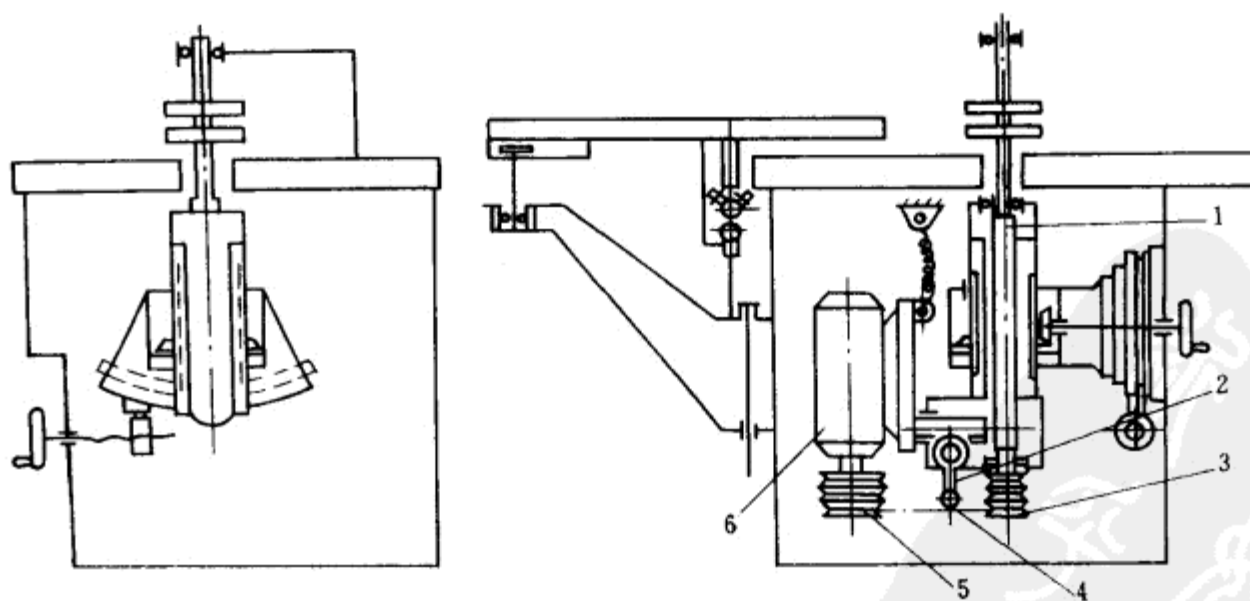


图 4-6 MX519型单轴木工铣床传动系统图

1—主轴 2—皮带张紧机构 3、5—塔式皮带轮 4—V带 6—电动机

32-4/2型双速电动机6传动。转速在1440r/min时,功率为3kW;转速在2880r/min时,功率为4.5kW。铣刀头切削圆直径不同,则应采用不同的主轴转速,务使切削速度不大于45m/s。若改变电动机转速,同时更换V带在塔轮上的三个不同位置,则主轴可获得2880~9612r/min范围内共六种转速;目前根据需要,主轴转速已从六种改为四种(2250~6000r/min)。

MX519型单轴木工铣床亦可在工作台上安装自动进料器,从而实现机械进给。

MX519型单轴木工铣床的技术参数见表4-1。

手工进给的木工铣床除立式单轴铣床外,还有立式双轴铣床,其中又以固定的双轴铣床应用较多。图4-7所示为手工进给的立式双轴木工铣床外形图。机床具有两个中心距不可调的刀轴。其中刀轴4为左旋刀轴,而刀轴7则为右旋刀轴。加工时,手持装夹有工件的样板,紧靠挡环8,首先通过右旋刀轴7铣削工件的前端,此时为逆向铣削;当加工工件接近尾端时,可迅速转移至左旋刀轴4继续进行铣削加工,此时为顺向铣削,有效地防止了工件两端在铣削加工中出现的崩裂现象,保证了较高的加工质量。此外,该机床还可在工作台滑槽中安装导尺5,导尺可沿滑槽左右移动调节,以做单刀轴纵向铣削时的工件导向之用。

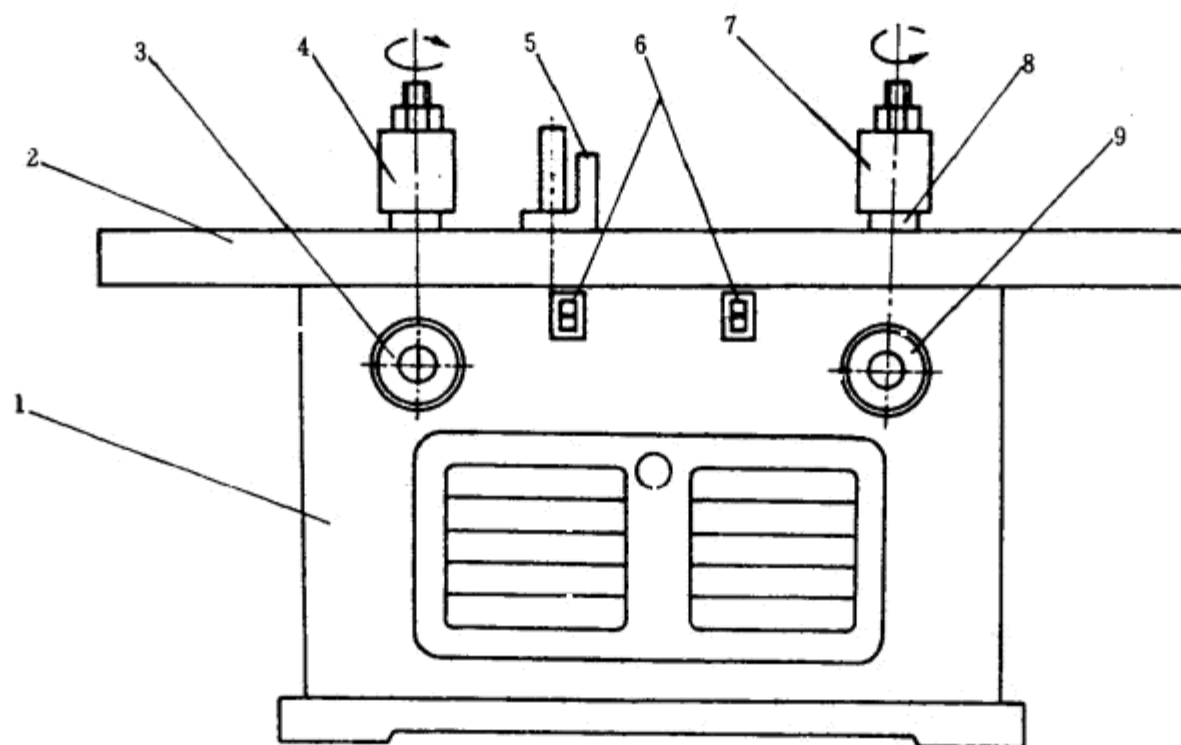


图 4-7 手工进给立式双轴木工铣床外形图

1—床身 2—工作台 3、9—手轮 4—左旋刀轴 5—导尺 6—开关 7—右旋刀轴 8—挡环

二、机械进给木工铣床

在木工铣床上手工送进工件不仅限制了劳动生产率的提高,而且劳动强度大、安全性差。采用机械进给的木工铣床,就可克服上述缺点。在较小企业中,不适宜采用专用的机械进给木工铣床,这时可在手工进给木工铣床上安装机械进料装置(如自动进料器等),实现自动进料。在大型企业或大批、专门化生产中,宜采用机械进给的专用木工铣床。

机械进给装置的类型,因工件的尺寸和外形不同而异。常见的有下列几种。

链条进给装置:用于沿导尺加工直线形零件的进给装置。该装置由链条的传动件、支柱、链条上的挡块、侧向压尺、上压紧滚和装料器等组成。进给速度为5~15m/min。单独电动机

表 4-1

木工铣床主要技术参数

参数名称	MX511	MX513	MX518	MX519	MX5110B	MX5112	MX5112A	MX5212	MX538	MX5312
工作台(工作面)尺寸/mm	800×630	760×520	1000×750	1120×900	800(宽)	120	120	1200×1200	1400×800	—
最大铣削厚度/mm	—	280	80	100	100	120	120	最大加工半径 1800	80	120
最大铣削宽度/mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	360
加工零件最大棒长 (或直径)/mm	—	—	—	100	—	—	—	—	—	加工最小长度 245(mm)
主轴转速/ $r \cdot min^{-1}$	4800	6000	5000, 8000	4级 2250~6000	8000	10000 6000	10000 6000	1060, 2150, 4320	5000, 8000	8000
活动工作台最大行程/mm	—	—	—	680	—	—	—	—	—	进料速度(m/min) 1.7;3;5.5
主轴最大升降高度/mm	—	—	100	100	—	—	—	—	100	—
主轴回转角度/(°)	—	—	—	-5~+45	—	—	—	—	两轴间距离 600(mm)	—
电动机功率/kW	3	1.7	3	3/4.5	2.2	3/4	3/4	13×3	6	8.75
机床净重/kg	450	700	—	800	—	1100	950	5000	—	—
外形尺寸(长×宽×高)/mm	930×1460 ×1150	—	1000×750 ×1000	—	950×840 ×1090	1930×1620 ×1410	1120×900 ×1200	4900×2900 ×2435	1400×800 ×940	1420×1000 ×1220
生产厂家	四川 都江	—	东台家具 机械厂	牡丹江	牡丹江	牡丹江	牡丹江	四川 都江	东台家具 机械厂	东台家具 机械厂

驱动,功率不超过0.5kW。

履带进给装置:分为单滚轮和双滚轮两种。单滚轮装在单轴木工铣床上,单面铣削细长曲线形零件。双滚轮则装在双轴木工铣床上,用以双面铣削细长曲线外形零件。这两种进料装置都是用单独电动机通过减速器驱动的。

图4-8所示为链条进给的木工铣床。机构的动力是由电动机1经减速器2、齿轮和链条传动,传至装有和主轴同心的链轮3上。弹簧将压紧滚轮4压紧靠板6的表面,使链轮3与样板6外围上的链条始终相啮合。由于样板6被滚轮4压紧,当链轮3转动时,就带动了安装在样板上面的工件通过铣刀头7,实现机械进给。利用踏板使压紧滚轮4放松,则样板6与链轮3脱开,机构便停止进给。

具有回转工作台的木工铣床适用于大批量加工各种零件外形(如图4-9)。加工尺寸不大的工件时,每次将若干工件放在工作台边沿上,采用圆形橡皮压紧器将工件压紧。压紧器能在铣削加工前自动压紧工件,铣削完后又自动放松工件。加工大的工件时,每次加工一个工件,放在工作台上,采用能对中的气动夹紧器将工件固定。夹紧器是安装在可以转动的悬梁上。回转工作台的直径大小以加工工件的直径而定。如加工工件最大直径分别为2000、2500、3500mm时,回转工作台直径相应为1500、1800、2350mm。

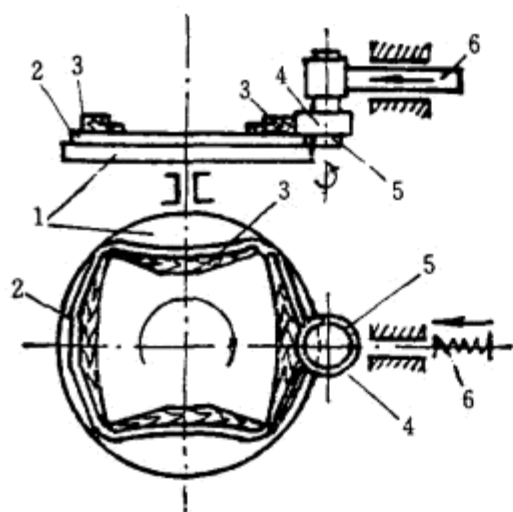


图 4-9 有回转工作台的木工铣床加工原理图

1—回转工作台 2—样板 3—工件
4—铣刀 5—支承环 6—滑枕

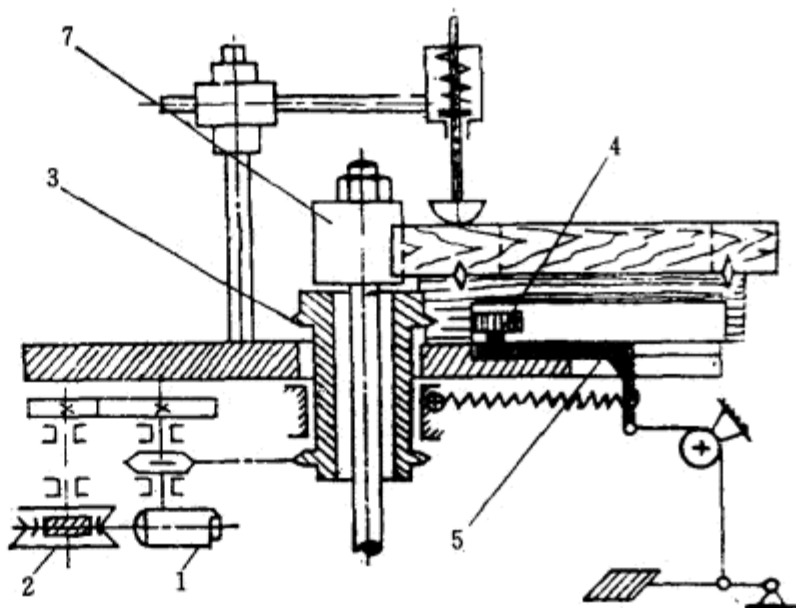


图 4-8 链条进给木工铣床

1—电动机 2—减速器 3—链轮 4—压紧滚轮
5—活动架 6—样板 7—铣刀头

在回转的水平工作台1上固定样板2,工件安放在样板上;铣刀4和支承挡环5装在滑枕6的前端,滑枕在压紧机构作用下,使支承环5紧靠样板2的曲线外缘上,随着工作台的回转,工件被铣削加工。工作台上分加工区和非加工区,在非加工区装、卸工件。由于在工作台1上可以安装各种样板,所以这种木工铣床也属于万能性设备。这种木工铣床有单铣刀头、双铣刀头和双铣刀头与砂削刀架相组合等多种形式。

有些双面双轴仿形木工铣床亦有采用滚筒进给方式的。

第二节 镂 铣 机

该机床属于主轴安装在床身上部的仿形木工铣床,故亦称上轴木工铣床。主要用于轻型铣削平面、曲线表面,开各种腰鼓形的榫槽,以及钻孔和扩孔等。当具有专用夹具时,还可用于零件的外形曲线、内部仿形铣削,花纹雕刻、浮雕等艺术性铣削加工。

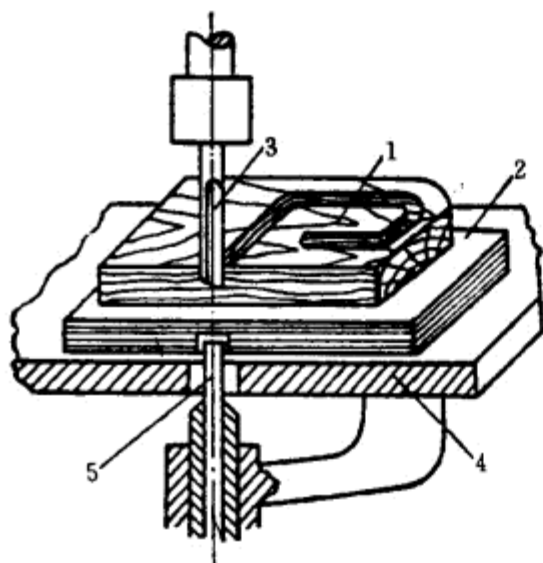


图 4-10 立式上轴木工铣床加工工艺示意图

1—工件 2—靠模 3—端柄铣刀
4—工作台 5—导向销

这类机床需要使用小直径(2~30mm)的各种端柄铣刀。新式机床的主轴直接采用18000r/min特种电动机来驱动(由变频器将电流频率提高至300Hz),亦有采用皮带升速驱动,转速可达12000~30000r/min。

图4-10所示为立式上轴木工铣床加工工艺示意图。加工工件1固定在靠模2上,主轴安装着端柄铣刀3,工作台4上伸出有导向销5。当靠模依靠导向销沿槽内仿形曲线移动时,铣刀就可在加工零件表面上进行仿形铣削加工。

图4-11所示为国产BQB5114型(按新国标应定为MX705)立式上轴木工铣床的外形图。主

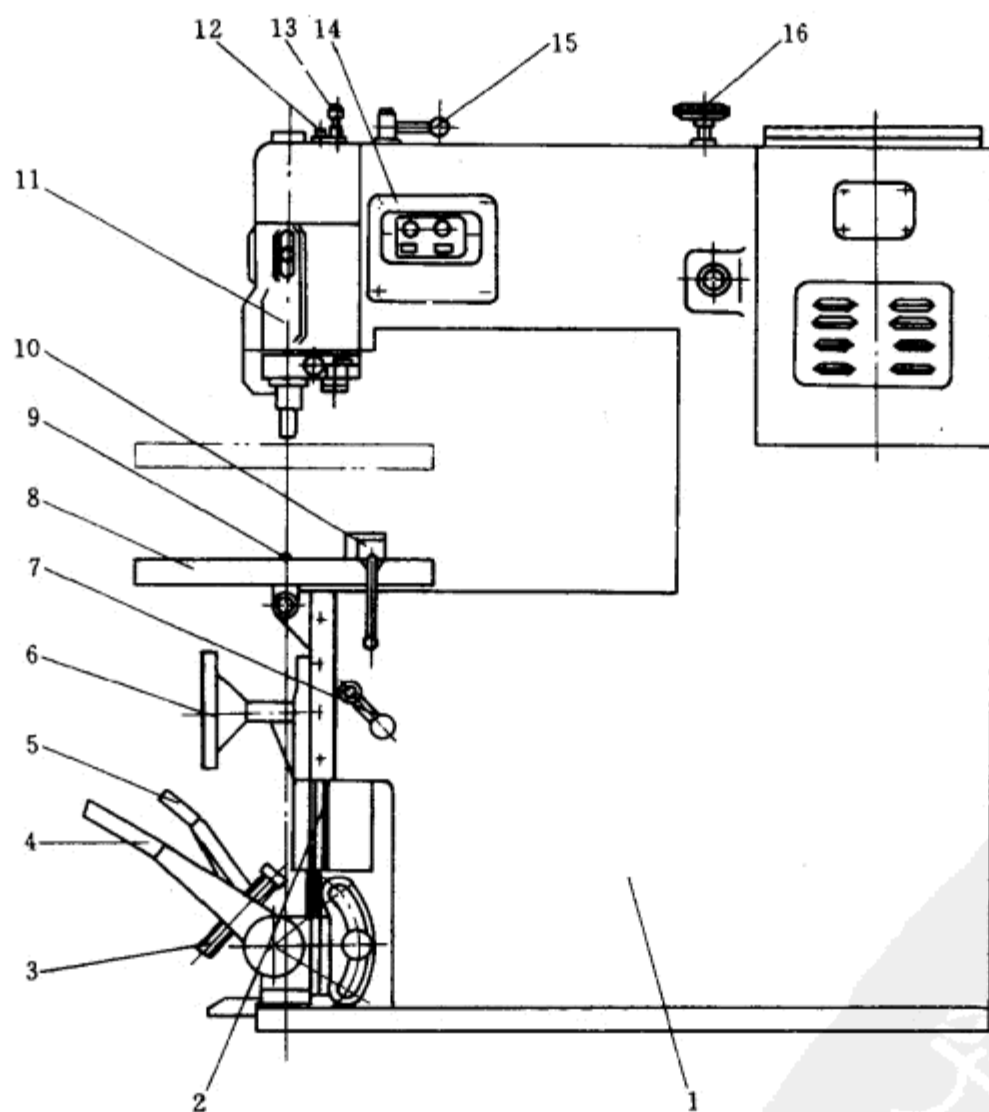


图 4-11 国产BQB5114型立式上轴木工铣床外形图

1—床身 2—升降机构 3—螺栓 4—大踏脚板 5—小踏脚板 6、16—手轮 7、15—手柄 8—工作台
9—导向销 10—导尺 11—主轴动力头 12、13—螺钉 14—电气控制部分

要由床身、工作台、主轴动力头、工作台升降机构、电气控制部分等组成。

床身1由铸铁制成,具有较好的强度和刚度。工作台8亦由铸铁制成,上表面经精密加工。工作台上装有伸出高度为6mm的导向销9,以供靠模沿其移动而进行仿形铣削加工。工作台的高度位置由手轮6,通过锥齿轮副、丝杆螺母机构使之升降,调整完毕后必须用手柄7重新将其锁紧。工作台的升起可通过大踏脚板4和杠杆机构实现,即调节螺栓3,控制大踏脚板的回转角度,从而使工作台升至预调的作业高度。工作台高度位置的保持由与小踏脚板相联的弹性碰头和装于圆弧槽内的碰块来实现(参见图4-13)。当大踏脚板4使工作台向上升起时,弹性碰头斜面在挡块作用下,克服弹簧力缩回,并通过挡块后在弹簧作用下立即复位伸出,此时,即使放松了大踏脚板,由于弹性碰头被挡块挡住,故工作台不能下落,保持预调作业高度。当工作台需要下降时,可踩动小踏脚板5,弹性碰头缩回并与挡块脱开,工作台在自身重力作用下返至原位。调节圆弧槽内挡块位置,即可控制工作台的停留高度。

图4-12所示为BQB5114型立式上轴木工铣床主轴轴承润滑系统结构示意图。由于主轴要作高速转动,故主轴两轴承必须具有良好的润滑,机床采用强制循环润滑系统。下油槽1内的润滑油由转子油泵2加压,经输油管3、滤油器4、上油槽5,由小孔流入主轴的上轴承10,然后流经下轴承13回下油槽,防止轴承过热,保证了主轴平稳运转。通过调节螺钉6可控制润滑油循环的速度。

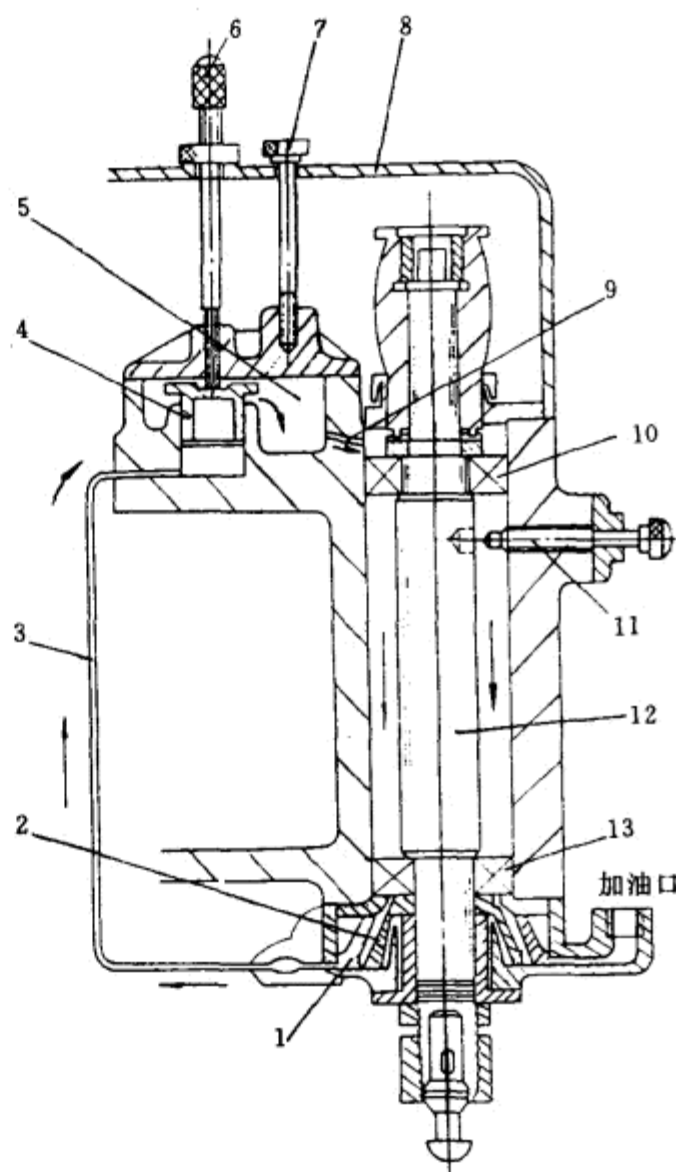


图 4-12 BQB5114型立式上轴木工铣床
主轴轴承润滑系统结构示意图

1—下油槽 2—油泵 3—油管 4—滤油器 5—上油槽
6—螺钉 7—螺栓 8—罩壳 9—油流小孔道
10、13—轴承 11—锁栓 12—主轴

为了确保安全和提高生产率,机床主轴电动机除采用电气制动外,还设置有手动刹车装置,当顺时针转动手柄15时(图4-11),通过拉杆带动摩擦块,电动机轴上大皮带轮轮缘将受到摩擦力矩的作用,使主轴受到双重制动而迅速停止。此外,手轮16(图4-11)用以调节电动机轴上大皮带轮的上下位置,使大、小皮带轮的鼓形中心保持一致。

在主轴动力头床身一侧的手轮,通过蜗轮蜗杆、丝杆螺母机构,使与电动机座相联的导轨产生移动,用以调整高速环形带的张紧度。

主轴外部床身上装有主轴锁栓11(图4-12),更换铣刀头时,可将其插入主轴12的孔内,以防止装刀时主轴转动。安装结束后必须将其拉出。

图4-13所示为BQB5114型立式上轴木工铣床的传动系统图。其主轴动力头通过皮带轮、高速环形带驱动,其转速可达16800r/min。

80年代以来,随着工业和科学技术的发展,木工镂铣机的自动化程度、加工精度、操作性、效率等都得到进一步的提高。例如国外生产的光电跟踪镂铣机生产时,无需编制控制程序,

表4-2为部分镗铣机的主要技术参数。

参 数 名 称	MX505 ¹⁾	MX505A ²⁾	BQB5114 ³⁾
工作台尺寸/mm	800×500	500(宽)	810×505
工作台正常工作高度/mm	900	—	—
主轴端面到工作台面的最大距离/mm	200	—	190
加工工件最大直径/mm	1300	—	加工工件最大厚度140mm
工作台升降(脚踏)/mm	90	—	90
工作台可调高度(用手轮)/mm	100	100	110
主轴转速/r·min ⁻¹	20000	15000, 7500	16800
电动机功率/kW	2.21	2.5	2.2
机床净重/kg	750	770	1000
机床外形尺寸(长×宽×高)/mm	—	1440×800×1410	1450×810×1480
生产厂家	四川都江堰木工机械厂	牡丹江木工机械厂	河南信阳木工机械厂

64

第三节 仿形木工铣床

仿形木工铣床用于铣削复杂型面的成型木制零件,是一种专用性的木工铣床,适宜中等或大批量生产。它利用靠模(或样板)由铣刀与工件间的相对运动来实现仿形加工,所以又称为靠模机。

按铣削零件形状的不同,可分为立体仿形木工铣床和表面仿形木工铣床两类。

立体仿形木工铣床用于对零件的外表面或内表面的仿形铣削加工,如鞋楦、脚型(弯脚、海螺脚)以及假肢(假手、假脚)等外表面零件的铣削。按铣削的方向又可分为横向仿形木工铣床和纵向仿形木工铣床二种。

横向仿形木工铣床的特点是,铣刀的回转运动轴线与工件回转运动轴线相平行。加工时工件和靠模都绕自身轴线作同步的回转运动,而安装在仿形刀架上的铣刀,除主切削运动外,还有仿形刀架的纵向和横向(即沿工件的轴线方向和半径方向)的进给运动。沿工件轴线方向的进给运动是另外由纵向的传动系统而产生,如果加工工件长度与铣刀宽度相等,则不需沿工件轴线方向的进给运动。沿工件半径方向的进给运动,是由靠模和压紧滚轮的接触产生的。靠模的形状和尺寸与制品相同,它与被加工毛坯同步旋转,并由压紧滚轮压紧在靠模上。因此,旋转的靠模以其接触点形状的变化推动压紧滚轮摆动,与滚轮同步移动的铣刀也一起摆动,在此径向进给与轴向进给的配合下,便可将毛坯加工成与靠模形状相同的制品。机床上铣刀的切削速度应大于工件的回转速度,沿工件回转半径方向的进给速度也应大于沿工件轴线方向的进给速度。

纵向仿形木工铣床是铣刀回转运动轴线与工件回转运动轴线垂直。其工作原理与横向仿形木工铣床基本类似。

表面仿形木工铣床的加工质量,取决于靠模的制造精度,刀具与工件之间复合的相对运动是否协调,生产率则决定于机床的自动化程度及同时加工工件的数量。

在我国家具生产中,普遍采用了具有纵向进给的横向仿形木工铣床,机床的一般技术参数为:铣刀转速为3000~6000r/min,铣刀直径15~250mm,加工工件直径75~250mm,加工工件长度150~750mm,工件转速15~60r/min,铣削功率1kW,质量约800~1500kg。

图4-14所示为弯脚仿形木工铣床外形图。该机床主要由床身、主轴齿轮箱、刀架机构、上料机构、尾架以及液压装置等部分组成。

主轴齿轮箱2由电动机12直接带动,变换主轴齿轮箱手柄A、B的相互位置可使主轴获得六种不同的转速。可根据弯脚靠模的不同长度,来调节主轴齿轮箱2和尾架5的距离,并由靠模主轴顶尖7和靠模夹紧顶尖8将靠模固定。工件则固定在四个工件主轴顶尖9和工件夹紧顶尖10之间。刀轴机构3由四个直径为100mm或130mm的铣刀11组成,每个铣刀头上安装三只杯形铣刀,其刃口圆弧直径为26mm或40mm。刀轴由电动机13通过平带传动,转速为5000~8000r/min。

操作该机床,首先应调整好靠模与工件之间相互回转位置,并用顶尖固定,然后主轴齿轮箱运转使工件和靠模同步回转,杯形铣刀高速绕刀轴回转,并沿工件回转半径方向进给,即实现横向进给;与此同时,刀架机构3还沿工件长度方向移动,进行仿形铣削。当加工完毕,则纵向与横向先后复位,然后夹紧顶尖退回,将工件取下。

表4-3为弯脚仿形木工铣床的主要技术参数。

表 4-3

弯脚仿形木工铣床主要技术参数

加工工件范围 (长×宽×高)/mm	进给速度/ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$		刀轴转速 $/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	主轴箱转速 $/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	一次加工弯 脚数/只	电动机功率/kW		
	纵向	横向				刀 轴	主轴箱	CB-B40齿轮泵
130×50×50~ 800×100×80	0.05~30	0.03~15	8000	21、27、33、 37、46、57	4	5.5	1.5	2.2

国产MX7416×10型四轴仿形木工铣床,其工作原理与弯脚仿形木工铣床相似,但它是集铣削和砂光为一体、同步作业的半自动化机床。通过气动系统与电气控制系统来实现仿形运动和加工自动循环,生产效率较高,操作较简便。其主要技术参数如表4-4所示。

表 4-4

MX7416×10型四轴仿形木工铣床主要技术参数

最大加 工直径 /mm	最大加 工长度 /mm	最小加 工半径 /mm	刀 轴 转 速 $/\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	电动机功率/kW			工 作 压 力 /MPa	机 床 净质量 /kg	机 床 毛质量 /kg	外 围 尺 寸 /mm	生 产 厂 家
				进料 电机	刀轴 电机	砂光 电机					
1600	1000	18	5000	0.75	7.5	2.5	0.6	1200	1550	2400×1180 ×1930	四川都江 木工机床厂

国外亦有将直接装夹有刀头的高频电动机(4~6只)安装在一框架上,框架借助于滚轮可在导轨上轻便地移动,并可绕某轴灵活地转动,由一名工人手工操作,按靠模一次可以铣削加工出与其花纹图案完全相同的4~6块工件,生产率较高。

直线进给的仿形木工铣床,可以加工长板条状曲线轮廓。该仿形机床有一个长机座,纵向溜板上有一支架,支架上装有几个气缸夹紧头,纵向溜板由油缸推动实现纵向直线运动;中部有三个横向溜板,上设四个仿形铣刀轴和两个砂光头,可分别加工工件的两面,由靠模及液压装置使刀架作横向仿形进给,一次可以完成两侧面的仿形加工。只需一块模板,占地面积小,装夹可手工或通过料仓进行,自动完成工作循环。具有省工、省时,占地面积小等特点。

第四节 数控木工铣床

所谓数控木工铣床就是可以把零件加工的要求、步骤与尺寸用代码化的数字表示,通过信息载体(如穿孔纸带、磁盘、磁带)输入专用电子计算机,经处理与运算,发出各种控制信号,控制机床的动作,按图纸要求的形状与尺寸,自动地将零件加工出来。它不仅能进行程序控制和辅助功能控制,而且能进行坐标控制,是30年来综合应用计算机技术、自动控制、精密测量和机床设计等先进技术发展起来的一种新型机床。

数控机床一般由信息载体、数控装置、伺服系统和机床四个基本部分所组成。

数控机床与一般机床比较具有如下特点:采用刚性和抗振性较好的机床结构,以提高主轴的刚度和精度;采用高质量的伺服系统,使机床达到高精度、高效率,提高机床的灵敏性;采用较大功率的电动机和先进的标准刀具,以提高切削用量;采用多主轴刀架结构,以提高切削效率,减少机工时间;采用自动换刀和自动更换工件装置,以减少停机时间;采用自动排屑、自动润滑等措施,以保证自动化操作的顺利实现。

一、数控木工铣床

数控木工铣床主要是指数控镂铣机,它是应用数控技术最为广泛的木工机床之一。

数控木工铣床有多种分类方法:按伺服系统的原理不同可分为开环、闭环和半闭环控制

系统;按同时控制的坐标数,可分为两、三、四、五坐标等;按刀架结构可分为并列式和转塔式;按刀轴工作位置可分为立式(垂直布置)和卧式(水平布置);按主轴数分单、双、多轴等;按机架结构分单臂(单立柱)式和门式等等。

大多数数控木工铣床是连续控制(又称轮廓控制或轨迹控制)系统,能够得到二维平面轮廓或三位立体轮廓。对于单纯几何形体来说,最多不超过三维空间,只要有三个坐标就完全可以确定任意点的位置。但对一个实际轮廓切削加工系统,尤其是立体曲面加工系统,往往不能把刀具简化成一个点来看待。为避免干涉,改善切削条件,提高木材的切除率和表面质量等,通常除三个直线坐标运动外,尚需增加一个甚至几个回转(或摆动)坐标运动。因此,连续控制系统不仅有两坐标、三坐标数控,还有四坐标、五坐标数控,这里指的都是同时控制的,即联动的坐标轴数目。

数控木工铣床所需的坐标运动,可以分配到刀具系统和工件系统。对于两坐标数控木工铣床,它所具有的两个直线运动一般是由工作台完成。工作台在水平面内沿X、Y两个方向作平面运动。对于三坐标数控木工铣床,三个直线坐标运动可以由刀具系统单独完成,也可以由刀具系统与工件系统共同完成。它可以由工作台固定,三个直线运动均由刀具系统完成;或工作台完成X向运动,刀架完成Y、Z向运动;亦可工作台完成X、Y方向的坐标运动,刀架仅完成Z方向升降运动。至于四坐标、五坐标数控木工铣床,它们的运动分配方式视具体机床而定。

数控木工铣床的伺服系统主要是指进给系统,通常由电气和机械两部分组成。前者从给定值输入到伺服马达的输出,可称为伺服驱动系;后者各机械部分称为机械传动系。

伺服驱动方式往往采用伺服马达。伺服马达可以是电气的、液压的或电液的。目前在开环系统中普遍采用步进马达(包括功率步进电机和电液步进马达)驱动;在闭环系统中则常采用直流或交流伺服电机,或电液伺服系统即利用电液伺服阀驱动液压缸或液压马达。

机械传动系是指伺服传动链、伺服执行机构、执行件(工作台、刀架)及其导轨等。数控木工铣床伺服传动链中常采用消除间隙的精密齿轮传动;伺服执行机构除行程很短时可采用液压缸以外,滚珠丝杆螺母副应用最为广泛;对于数控机床的导轨,近年来大多采用滚动导轨,它具有恒定的摩擦阻力,而且可使刀架和工作台溜板对指令信号作出快速反应;在数控木工铣床中,工作台则广泛采用真空法吸附工件的装夹方法。工作台除单工作台形式外,还常采用双工作台布局,以便节省辅助时间。

图4-15所示为奥地利Z.M.公司ZUMA型五坐标数控木工铣床。机床采用闭环控制系统,应用德国IBH-MICRODUS 6微机数控装置,能同时对刀架、工作台和转台的五个坐标运动实行控制,并能应用六角转塔自动换刀,完成各种零件的自动加工作业,批量可在100以下,年产高级椅子2.5~3万把。

机床床身为单立柱式,刀架为转塔型,刀轴加工时处水平位置。机床除数控部分外,主要由床身、工作台、切削机构、进给机构及其伺服系统组成。

五坐标运动的分配:由刀架完成Y、Z方向的直线坐标运动,由工作台及转台完成X直线以及A、B回转坐标运动。

转塔式刀架由三层组成。水平移动溜板16与床身19上的圆导轨17相配,由直流伺服电机18通过滚珠丝杆副27驱动,可完成Z方向的直线坐标运动,行程范围为690mm;垂直溜板24与水平溜板16上的圆导轨28相配,由直流伺服电机14通过滚珠丝杆副29驱动,可完成Y方向的坐标运动,行程范围为910mm;在溜板24上装有六角转塔13,转塔的六个工位上各装有一台3.7/6.5kW的高频电机,各电机轴通过锥形套及螺母夹持刀具。各工位通常可配备镗铣刀、成型

铣刀、钻头和磨削头等切削刀具, 刀具转速可在3000, 12000或18000r/min中任选。转塔通过电—液伺服系统进行位置控制, 能作300°的回转调整, 并通过气动分度定位销, 使所需之刀具准确地处于加工工位P上, 其变换所需时间仅1s。为使刀架上下移动轻便, 防止刀架因自重而下滑, 机床设有平衡气缸25, 以平衡垂直溜板与转塔刀架部分的重力。

机床工作台6具有600mm×200mm和1000mm×200mm两种规格, 并置于溜板5上, 由直流

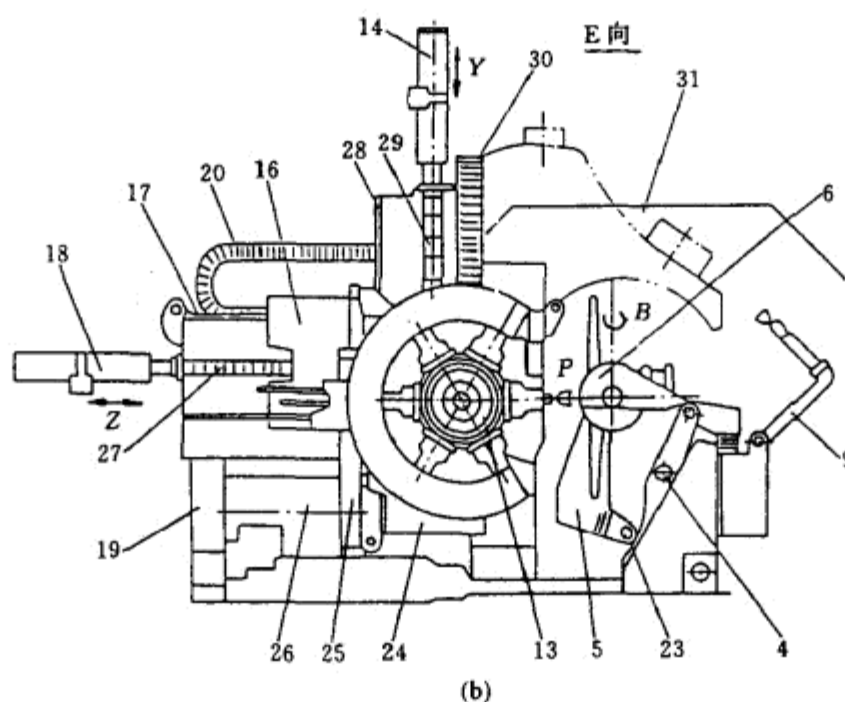
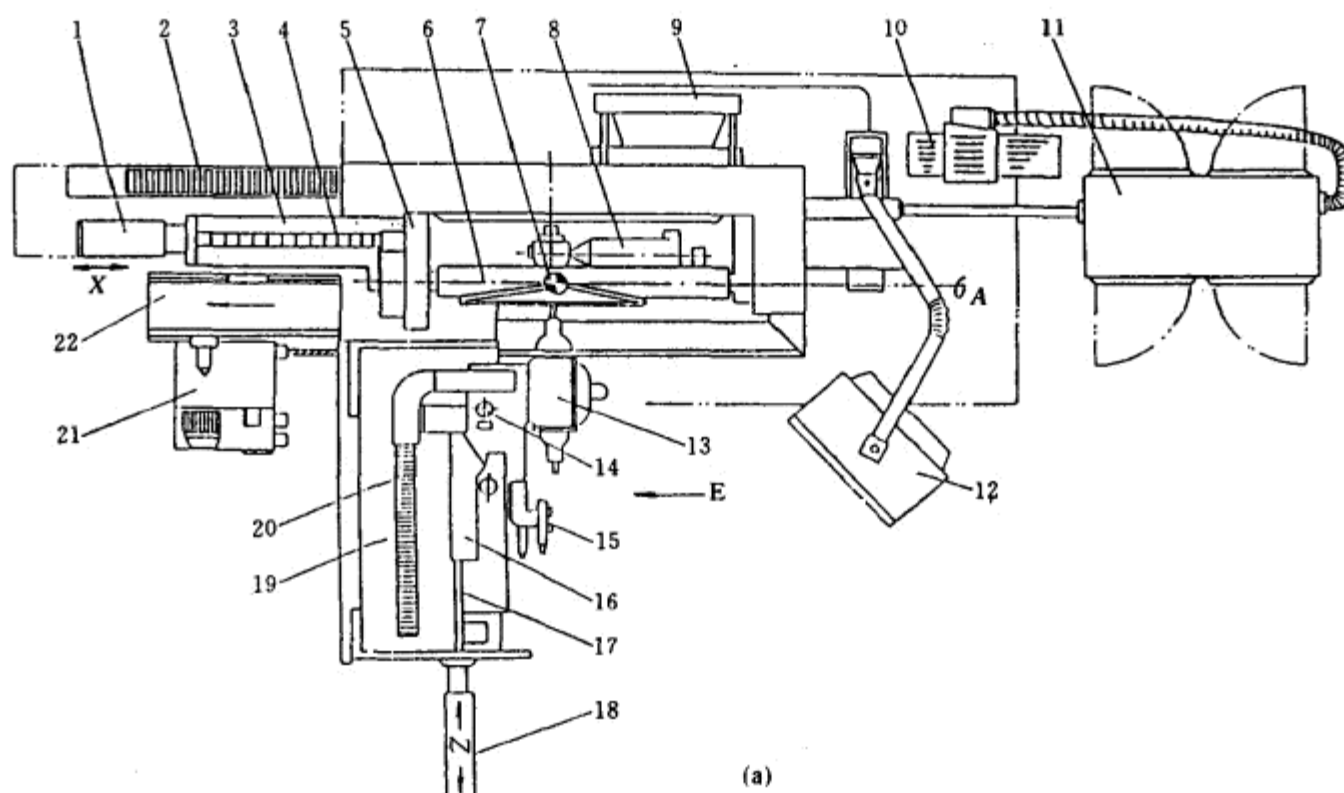


图 4-15 Z.M.公司ZUMA型五坐标数控木工铣床

(a) 俯视图

1.8.14.18—直流伺服电机 2.20—电缆 3—工作台底座 4—滚珠丝杆副 5—工作台溜板 6—工作台
7—转台 9—自动上料台 10—变频器 11—电气柜 12—监视器 13—六角转塔 15—阀类元件 16—水平移动溜板
17—圆导轨 19—床身 21—液压站 22—切屑运输皮带

(b) E向视图

4.27.29—滚珠丝杆副 5—工作台溜板 6—工作台 9—自动上料架 13—六角转塔 14.18—直流伺服电机
16—水平移动溜板 17.23.28—圆导轨 19—床身 20.30—电缆 24—垂直移动溜板
25—平衡气缸 26—气泡 31—吸尘防护装置

伺服电机经伺服传动链可使工作台绕X轴线作A向的回转运动,运动范围为0°~135°;溜板架5本身通过直流伺服电机1驱动滚珠丝杆副4可沿底座3上的圆导轨23完成X方向的直线坐标运动;工作台上设有转台7,利用直流伺服电机8可绕Y轴线作360°的B向回转运动。转台上设置夹紧器,根据需要可以采用气动夹紧或真空吸附装夹工件。通常对各种柜、橱、桌椅的腿脚等零件可用气动夹紧;对于扁平板件则宜采用真空吸附装夹。

机床所用直流伺服电机最高转速: X、Y、Z轴为1800r/min; A、B轴为850r/min。最大扭矩: X轴10.5N·m, Y轴、Z轴7.1N·m, A、B轴20N·m。最大进给速度, X、Y、Z轴18m/min; A、B轴6m/min。

机床利用磁尺作为位置检测元件,分辨率(能测量的最小位移量)为0.001mm。机床外形尺寸(mm): 7700×4100×2950,质量约6000kg。

表4-5 分别列出了一些数控木工铣床的主要技术参数。

表 4-5 一些数控木工铣床的主要技术参数

厂 商	型 号	工作台 尺寸/cm	坐标运动行程/mm			A	主轴转速 /r·min ⁻¹	进给速度 /m·min ⁻¹	主电机功 率/kW	结构特点
			X	Y	Z					
美E.C 公 司	444MC-1	180×60	1800	600			1150		5.5/10	单轴 单柱式、工作台固定
	444MC-2	270×90	2700	900			23000			多轴
	333	315×162	3150	1625	200		10800 1800	X、Y:0~3 Z: 0~5	7/10	工作台固定,桥式,四轴并列
美P.H 公 司	CFC1	122×61	660	1270	127		10000 20000	X、Y: 0~15	5.5	单臂式,工作台完成X、Y,刀架完成Z
	CFC2	244×122	1270	2490	152		10000 18000	Z:0~5	11	桥式、工作台完成X,刀架完成Y、Z
意 GB.MEC. 公 司	PN200		2050	1050	150		9000 15000	0~10	4/7.5	桥式单轴,工作台完成X,刀架完成Y、Z
	PN300	244×96	2400	1400	250		12000 18000	0~12	4.11	
意SCM 集 团 Routomat 系 列 (单柱式)	1						8000 12000 16000 2000		5.5	单头工作台完成X、Y,刀架完成Z
	2						12000 18000		7.5	转塔刀架自动换刀
	2/CU				250		12000	0~15		工作台: X、Y; 刀架完成Z坐标
	2/CU Tilting	260×130	2500	1250	320	±45°			7.5	四坐标,工作台完成X、Y; 刀架Z、A
	2P、3P、4P				180		18000	快速20		工作台完成X、Y; 刀架: Z、A
意SCM 集 团 Routomic 系 列 (门式)	1	350×125					12000	0~15		
	2	170×125	3500	1250	330	±45°			7.5	四坐标,多轴并列式,工作台X; 刀架Y、Z、A
	2S	(双工作台)					18000	快速20		
日本庄田	NC163S-20	220×142	2000	1200			9000	0.1~15		门式,四轴并列,工作台:X; 刀架Y、Z
	NC163S-24		2450		250				5	
	NC526SP	260×130 (双工作台)	1300	2600			18000	0.1~15 快24		
日本平安	NR-431T	180×80			250				4.5,	单转塔 单柱式,工作台完成X、Y; 刀架完成Z
	NR-842T	360×80	1800	800	300		18000		5.5	双转塔
	NR-1242T	300×80	1500		250					
中国台湾 如隆公司	HPC-362	180×95	1800	950				12	5.5	双轴并列,桥式,工作台固定
	HPC-482	245×125	2460	1300	250			快速	或7.5	双轴并列,单臂式,工作台:X、Y;刀架Z
	HPC-584	250×150	2460	1350				20		四轴并列,门式,工作台X; 刀架Y、Z

二、木材切削加工中心机床

木材切削加工中心机床是指具有自动换刀装置的数控机床。自动换刀装置的形式有多种,最简单的自动换刀装置是多主轴的转塔刀架。如ZUMA型数控木工铣床(图4-15),其转塔有六个工位,但只有处于水平工作位置P上的主轴其运动链才接通,待该工步加工完毕,转塔按照数控装置的指令转过一个或几个位置,完成自动换刀程序,转入下一工步的加工。其优点是结构较简单、换刀时间短,仅需1~2s左右。主轴并列式数控木工铣床实际上也可以自动换刀。但目前各国大多仍把换刀数一般不超过6把(包括转塔式和主轴并列式)称为数控木工铣床;而把设有专用刀具库可自动更换更多数量刀具(通常在10~20把)的数控木工铣床称为加工中心机床。最常见的刀具库形式主要有径向盘形刀库和单排链式刀库。如意大利SCM公司生产的ROUTRONIC HPC型机床所用刀具库形式属前者;日本庄田生产的NCV-211型机床刀库形式属后者。该两种加工中心机床均可更换20把刀具。

图4-16所示为日本庄田生产的NCV-211型三坐标切削加工中心示意图。该加工中心机床为单立柱型,设有单轴主轴和刀具库,应用庄田富士通微机数控装置控制,由刀架完成Z向坐标运动,工作台完成X和Y向的坐标运动,由刀架与刀具库一起完成自动换刀运动。

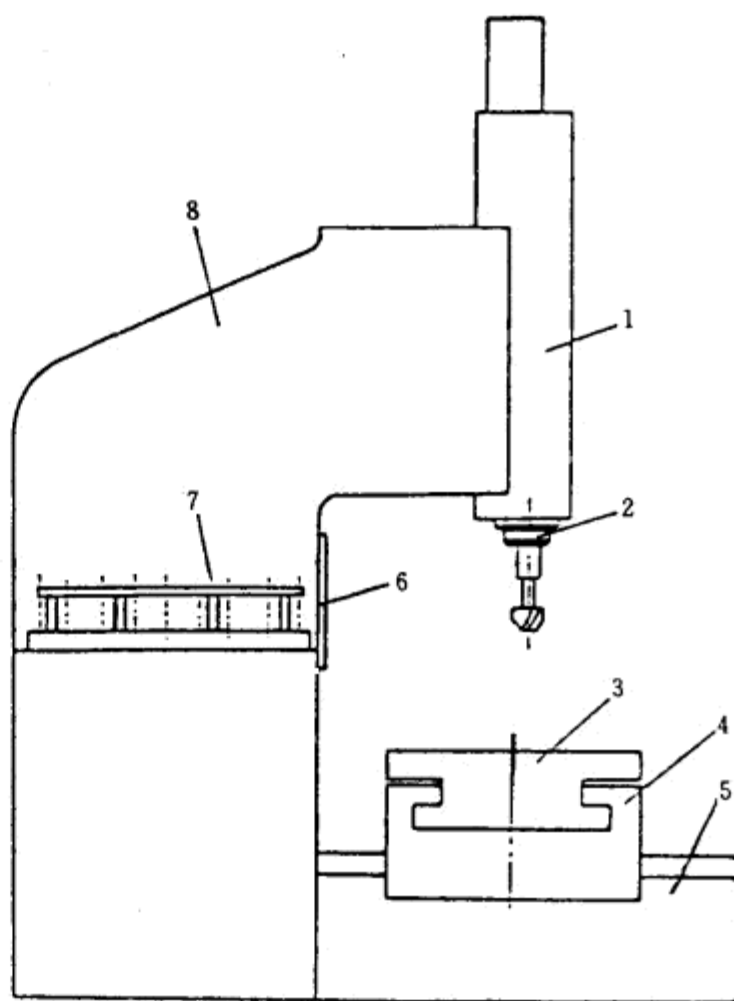


图 4-16 日本庄田NCV-211型木材切削加工中心机床示意图

1—刀架 2—主轴 3—工作台 4—工作台横移溜板
5—床身 6—刀库门 7—刀具库 8—单立柱

机床单立柱8内设有可贮存20把切刀的刀具库7。自动换刀顺序按照指令进行:①刀架1连同主轴2一起上升,刀库门6打开,刀具库7外移并使刀具库某个空刀座恰好对准主轴;②刀架主轴下降将用过的刀具放回刀具库的刀座中,如图4-17(a);③刀架上升,刀具库同时回转,将下一工步需要用的刀具对准主轴;④刀架下降,将下一工步所需刀具插入主轴;⑤刀架上升,刀具库同时退回立柱内,见图4-17(b);⑥刀架下降,主轴上的刀具可对工件进行加工。

这种自动换刀装置只有一个刀具库,不需要其它装置,能换的刀具数量较多;但换刀动作较多,换刀时间较长。适合于型面特别复杂需要更换多把刀具进行精细浮雕等木制品的加工。

NCV-211型木材切削加工中心机床的主要技术参数如下:各坐标行程,工作台X轴方向800mm, Y轴方向1600mm,刀架Z轴方向400mm。工作台尺寸800mm×1600mm。主轴转速可调范围1500~15000r/min。自动换刀装置采用顺次送进法,更换刀具数量20把,刀柄采用3号莫氏锥度,刀具最大直径100mm。机床最大进给速度X、Y轴方向15m/min, Z轴方向8m/min。主电动机功率3.7kW,空压机电动机5.5kW。

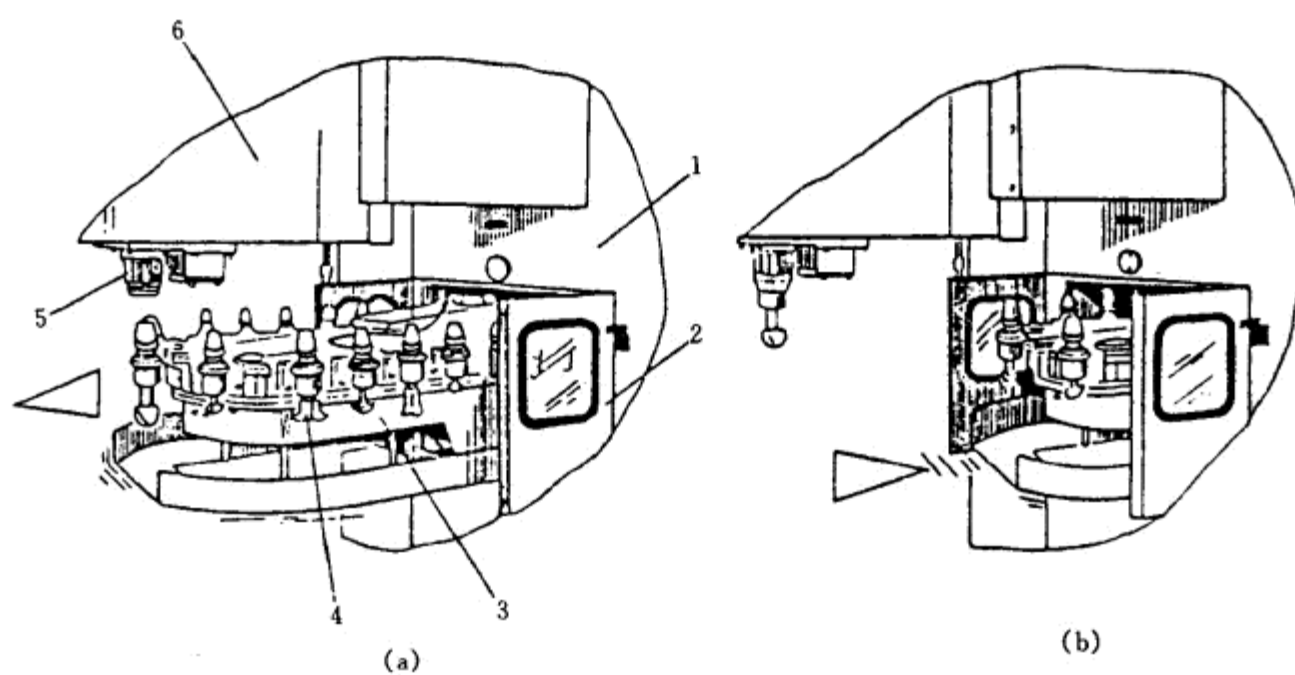


图 4-17 NCV-211型木材切削加工中心机床刀具库

(a) 刀具库外伸

(b) 刀具库退回

1—立柱 2—刀库门 3—刀具库 4—刀具 5—主轴 6—刀架

第五章 开 榫 机

在木制品生产中广泛地采用榫结合。各种形式的榫一般都可以利用木工铣床来加工,然而在大批量生产中,则采用专用的开榫机来加工。由于各种榫的结构形式不同,所用开榫机的类型和结构也不相同。

按照机床的用途或榫头形状的不同,开榫机可分为:木框榫(直榫)开榫机,用于加工平面木框榫;长圆弧榫开榫机,用于加工圆弧木框直榫和圆榫,使方材或板材能组装成框架木构件;直角榫和燕尾榫开榫机,用于加工箱结榫,使箱板、拼合板等组装成箱体;指接榫开榫机,用于加工指接榫,使方材或板条纵向平面接合或接长;圆棒榫加工机床(亦称圆棒机),用于加工圆棒榫,用于板式家具的部件组装成产品。

这些开榫机均分为手工进给和机械进给。

在GB 12448—90中,开榫机的类别代号为MD,读作木多。其组、系代号如下:在其直榫开榫机中,单头直榫开榫机代号为MD21,双头直榫开榫机代号为MD22。其它形式的开榫机均列入“木工铣床类”接口铣床组中。代号如下:单轴燕尾榫开榫机代号为MX31,立式多轴燕尾榫开榫机为MX32,梳齿榫开榫机为MX35,直榫开榫机为MX36,长圆榫开榫机为MX37等。

第一节 木框榫开榫机

木框榫开榫机可分为单面开榫机和双面开榫机。该机床广泛应用于各类木材加工企业中,在我国以直角木框榫开榫机应用最为普遍。

一、单面木框榫开榫机

单面木框榫开榫机是将零件在机床上依次通过若干个刀头加工成所需要的榫头。图5-1所示为这种开榫机刀头配置示意图。其刀头布置和加工顺序为:截锯(精截头)→上下水平铣刀(铣榫颊)→上下垂直铣刀(铣斜角榫肩)→圆盘铣刀(铣双榫的榫沟)。

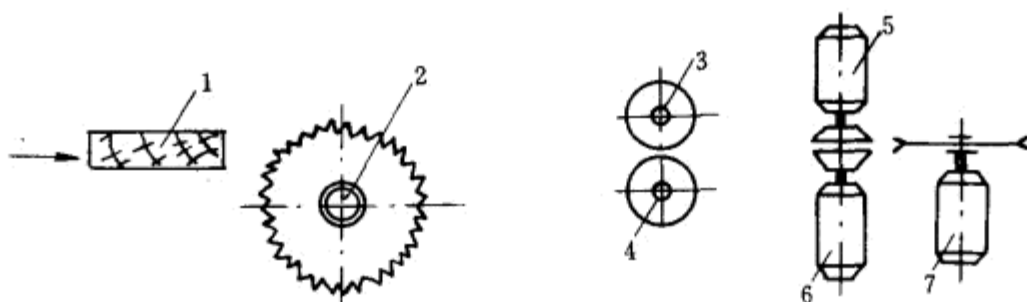


图 5-1 单面木框榫开榫机刀头配置示意图

1—加工零件 2—截头圆锯 3—上水平铣刀 4—下水平铣刀 5—上垂直铣刀 6—下垂直铣刀 7—圆盘铣刀

单面开榫机用于将零件一端开出木框榫头;双面开榫机用于将零件两端同时开出木框榫头。

单面开榫机按进给方式不同又分为手工进给的和机械进给的。后者又分为零件在托架上进给、带切削刀头的刀架进给和连续履带进给。双面开榫机则为连续的机械进给。

单面开榫机的刀轴数一般为3~6个,双面开榫机则为6~16个。大多数刀轴都安装于复式

刀架上,复式刀架由垂直溜板、水平溜板或能回转的溜板组成,以便按照加工榫头的尺寸和形状要求进行调整。机床上的刀轴数目,在满足工艺上适应性的条件下,应尽可能地减少。

在单面开榫机上,被加工零件的压紧常采用手动丝杆、偏心机构、杠杆夹紧器或气动压紧器来进行。双面开榫机则用有弹簧的金属盘固定式横梁,或者利用橡皮盘的运输带压紧器来进行。

图5-2所示为国产MX2116A(按新国标应定为MD2116A)型手工进给单面木框榫开榫机的外形图。

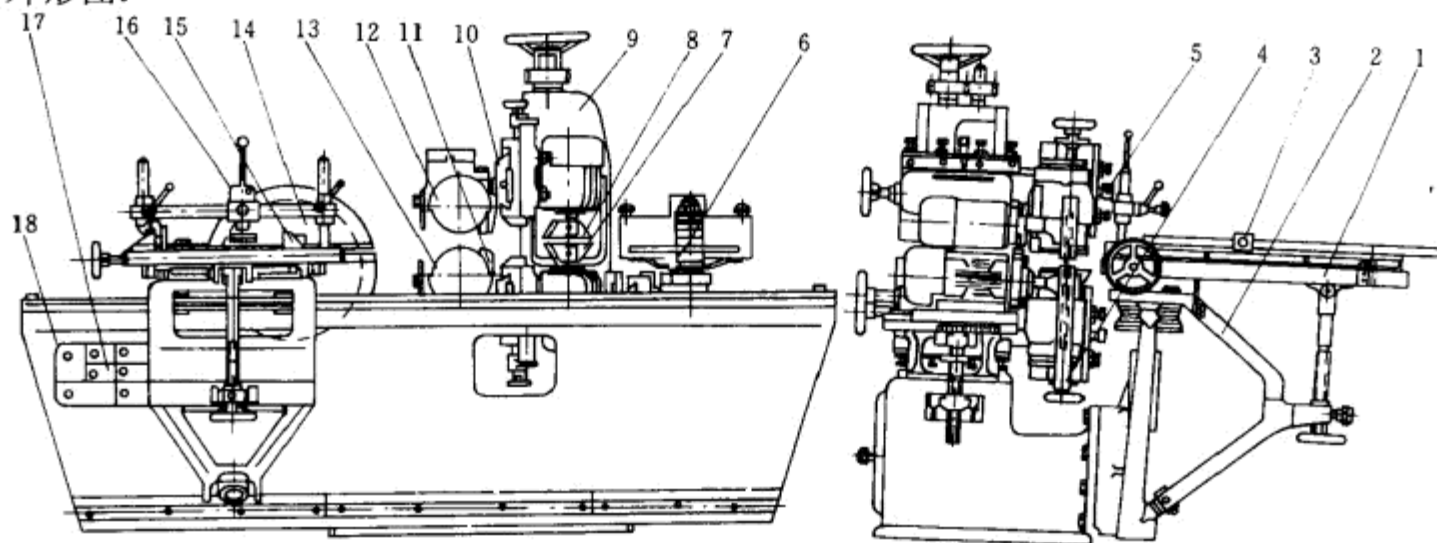


图 5-2 MX2116A型单面木框榫开榫机外形图

- 1—工作台 2—托架 3—靠板 4—下垂直刀架 5—上垂直刀架 6—中槽刀盘 7—下垂直刀头
8—上垂直刀头 9—立柱 10—上水平刀架 11—下水平刀架 12—上水平刀头 13—下水平刀头
14—截头圆锯 15—侧向压紧器 16—偏心垂直压紧器 17—电器按钮板 18—导轨支座

在机座的前部装有截头圆锯14,在机座的后部安装立柱9,其前面装有上、下水平刀架与刀头10、11、12、13,上下垂直刀架和刀头5、4、8、7;而后面装有中槽盘铣刀6,共六个刀架。这六个刀头是按照木框榫开榫的加工程序来安装的,并通过各自的刀架安装在机座和立柱上,组成一个完整的开榫工序。

机床的机座右侧固定有支撑托架工作台的导轨支座18,活动工作台1、压紧机构和托架2。18上部和下部各有一根导轨,用以支撑托架2,而托架上下部均装有单列向心滚动轴承组成的滚轮组,使托架和工作台轻快地沿导轨移动。工作台1背面右端与托架2之间由丝杆来支撑,转动手轮,可调节工作台的倾斜度($0^{\circ} \sim 30^{\circ}$),并有螺钉固紧,这样便可在工件端部加工呈倾斜的榫头或斜截头。工作台上装有偏心垂直上压紧器16、侧向压紧器15和靠板3等,用以正确安放和夹紧工件,使工件在加工过程中不发生移动,保证工件加工精度。

图5-3所示为MX2116A型单面木框榫开榫机刀头配置程序和传动系统图。六个切削刀头分别安装在六台专用电动机的加长轴上直接驱动,可由按钮板集中控制。

每个刀架都可以通过各自的手柄、丝杆和螺母作上下升降和左右横向调整。

截头圆锯片可通过电动机下部的手轮获得上下升降调节,设置在电动机左后侧的手轮可进行左右横向调整。

图5-4所示为上下水平刀架调整机构示意图。当在图示位置转动手轮1时,由于与手轮相连的齿轮与丝杆3、4上的齿轮相啮合,故丝杆3、4转动时,通过上下刀架上的螺母2、5可使上下水平刀架同时上下升降调整;如将手轮1取下装入丝杆4上端或把手轮提至键以上并旋转 90° ,使齿轮下端面的圆弧槽与丝杆3上的圆柱销相配合(此时两齿轮脱开啮合),则可单独调节上下水平刀架的升降。由于上下垂直刀架的水平溜板分别安装在上下水平刀架的水平溜板上(见图5-3),故当上下水平刀头升降时垂直刀架也跟着一起升降。上下垂直刀头又可分别由手轮作上下升降调节。上下水平刀头、上下垂直刀头均由各自的丝杆螺母机构调节左右横向移动。

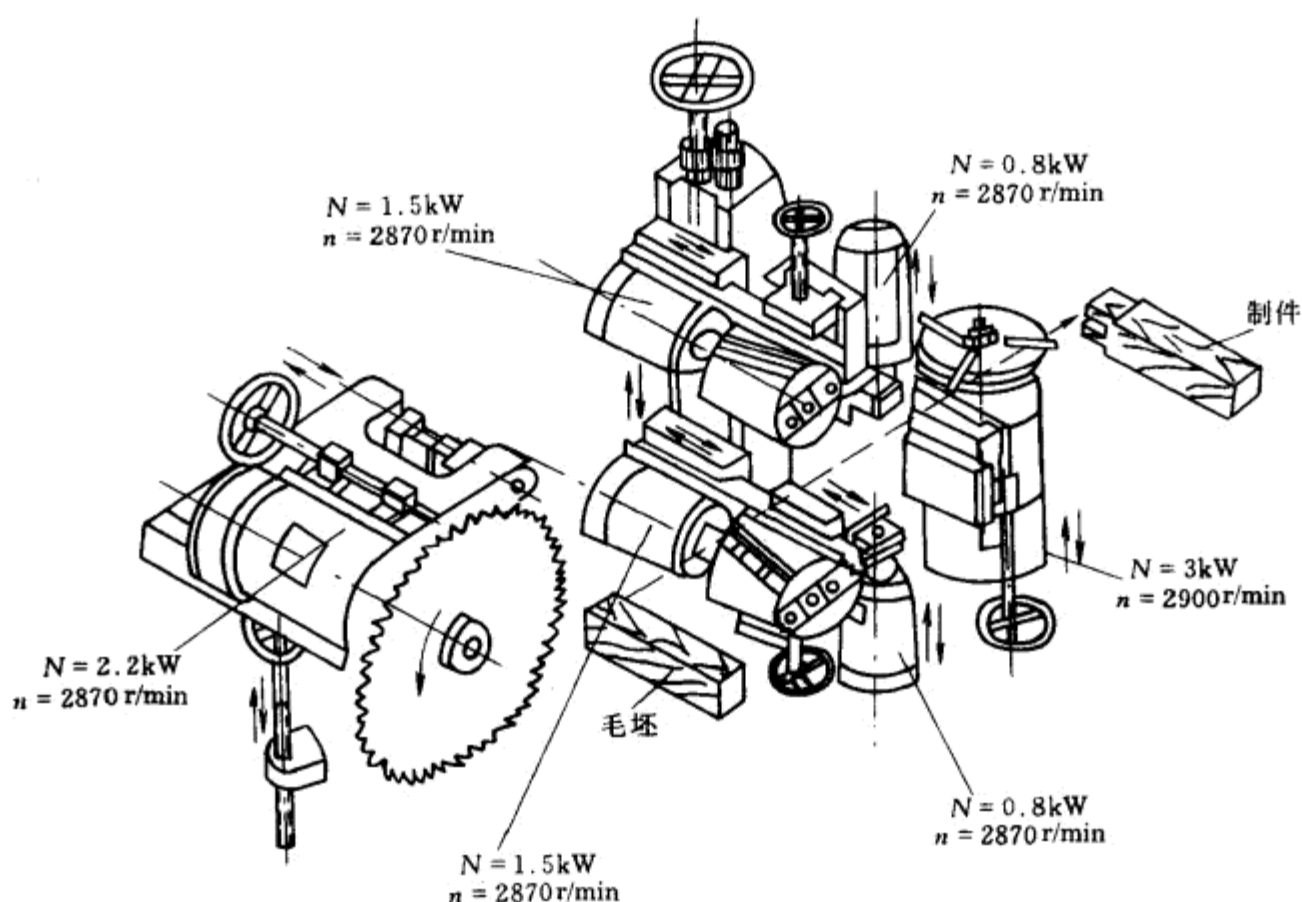


图 5-3 MX2116A型单面木框榫开榫机刀头配置和传动系统图

中槽刀盘亦可由电动机下面的手轮调节上下升降运动(见图5-3),并由相应丝杆螺母机构调整左右横向移动。

各刀架上都固定有带刻度的标尺,这样可保证六个刀头相互间的精确位置,以满足加工各种规格榫头的需要。

机械进给的单面木框榫开榫机可以通过机械或液压传动方式来实现,如图5-5所示。

图5-5(a)所示,钢丝绳2在绳轮3上缠绕2~3圈,由电动机和减速箱组成的传动机构4传动,钢丝绳牵引送料台式小车运动。在托架端部的电气开关控制离合器使绳轮正反转,实现送料台式小车的自动往返。图5-5(b)所示,油缸5通过齿轮齿条机构6实现送料台式小车的自动往返运动。图5-5(c)所示,由安装在两根链条7上的挡块8推动放在基准导轨9上的零件1自动连续进给。图5-5(d)所示,工作台固定不动,刀架10带动刀头水平往返运动,实现对零件1的自动进给。图5-5(e)所示,刀架10带动刀头沿垂直导轨上下运动,实现对零件1的自动进给。

二、双面木框榫开榫机

双面木框榫开榫机是用于将零件的两端同时加工出榫头。双面开榫机均采用机械进给方式,故机床生产率高,适用于大批量生产。而用于大幅面板材加工的双面锯铣机当将相关刀头作不同的组合调整后,可进行木材端部的框接榫加工、板材的双边成型加工、板材的幅面尺寸校准加工、板材的侧边开槽加工、箱板的角接榫加工等多功能作业,机床机械化、自动化程度高,生产效率高,适宜于批量生产。

图5-6所示为履带进给双面木框榫开榫机示意图。

该机床由固定立柱Ⅰ和移动立柱Ⅱ组成。在每个立柱上各安装六个切削刀头,共12个刀头,它们的布置和刀架结构与单面木框榫开榫机相同。活动立柱Ⅱ靠电动机11、锥齿轮副10和丝杆9沿导轨移动,按被加工零件长度调整两个立柱之间的距离。手轮14用于精确调整。

机床的进给传动系统,是由单独电动机经过变速器和传动轴带动履带5运动。安装在履带

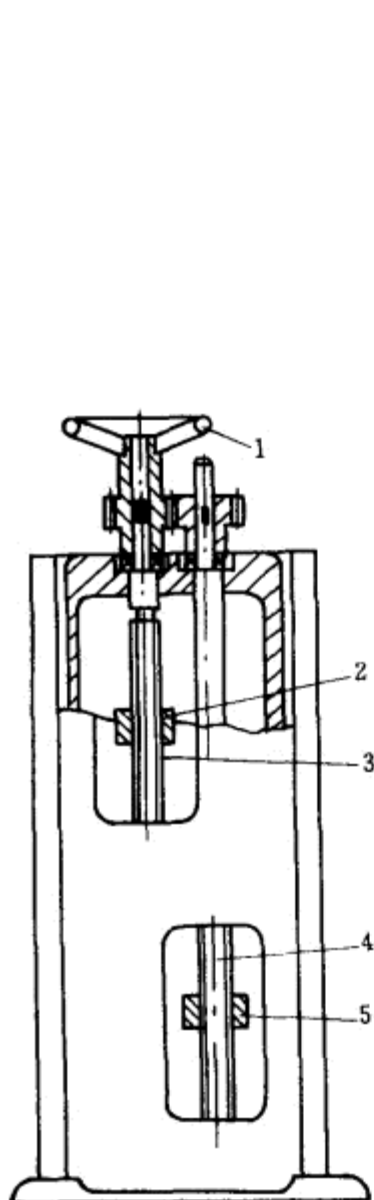


图 5-4 上下水平刀架调整机构示意图

1—手轮 2、5—螺母 3、4—丝杆

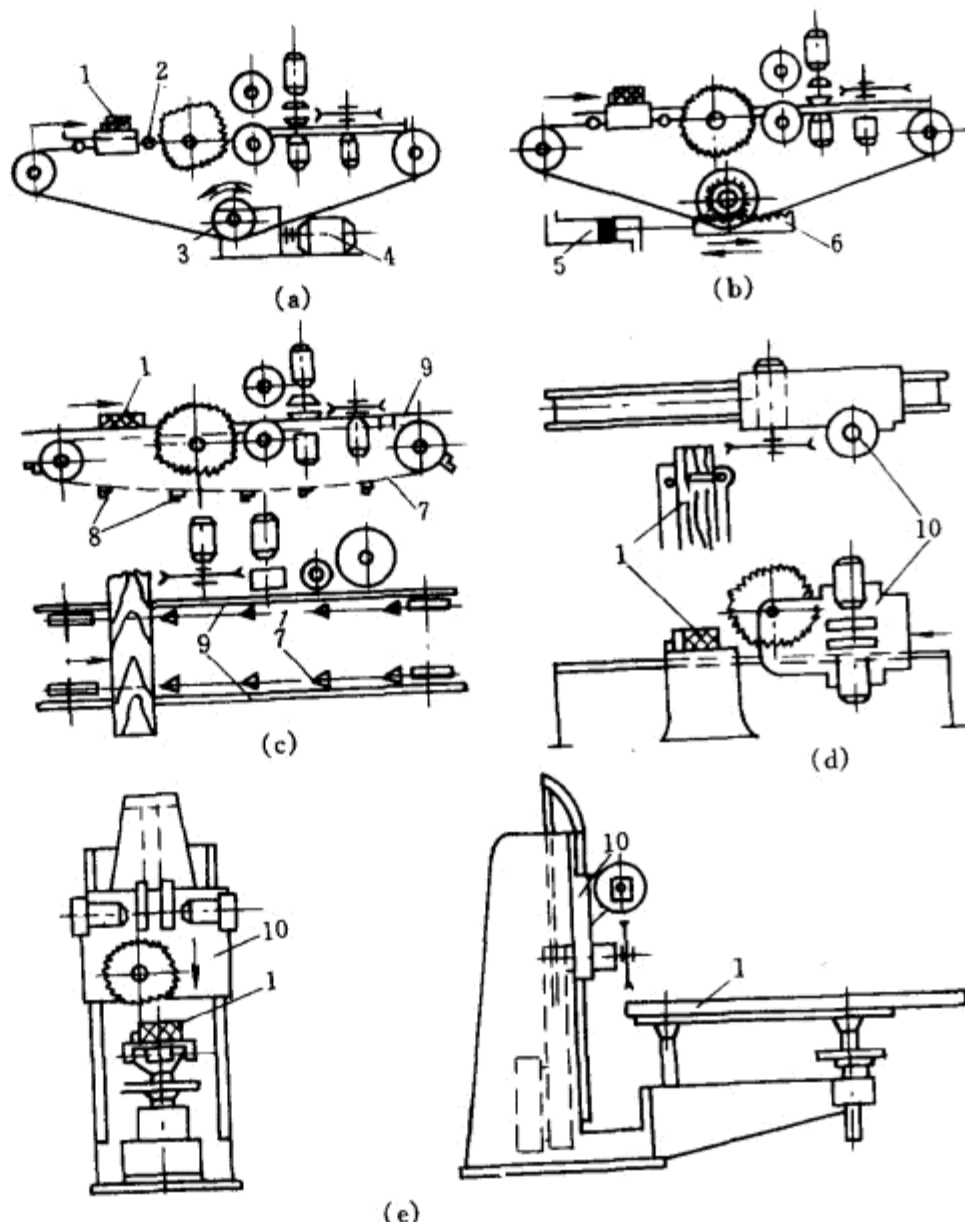


图 5-5 机械进给单面木框榫开榫机示意图

(a) 机械传动绳轮牵引的进给装置 (b) 液压传动绳轮牵引的进给装置
(c) 链条挡块连续进给装置 (d) 刀架水平进给的机械进给装置
(e) 刀架垂直进给的机械进给装置

1—零件 2—钢丝绳 3—绳轮 4—电动机 5—油缸 6—齿条
7—链条 8—挡块 9—导轨 10—刀架

上的挡块6推动零件7沿二个水平基准导向板8滑动,依次通过各个切削刀头。进给速度根据零件要求调节(约2~9m/min),由无级变速器或采用多速电动机变速。

在加工过程中,橡胶履带压紧装置12,必须始终将零件压向基准导向板8,不产生跳动。手轮13经锥齿轮副、丝杆螺母机构,调整履带的压紧高度。进给履带上挡块间距,对加工方料零件,一般取为200~400mm。对于加工宽度较宽的箱板零件,可采用挡块能够下沉并隐藏链板内的履带结构,当零件离开后,挡块依靠自身重力或弹簧力能自动抬起。

表5-1为木框榫开榫机的技术参数。

我国生产木框榫开榫机的厂家较多,主要有:牡丹江木工机械厂,产品型号为MX2116A单头木框榫开榫机(按新国标应定为MD2116A)和MX2110双头木框榫开榫机(按新国标应定为MD2210);东台市家具机械厂,产品型号为MD218型等。

意大利SCM公司生产的D80K型双面锯铣机可用于截头、裁边、倒棱、铣平面、开榫、斜截

等多种作业。不但可以加工层压板、胶合板、刨花板及硬质纤维板、蜂窝板等多种材料,而且也适用于加工实木板。机床具有五种机型24种刀轴配置方式,可配置刀轴4~12个,以最大限度地满足门窗木构件、实木家具和板式家具生产的需要。

图5-7所示为D80K型双面锯铣机加工工艺实例。图5-7(a)为使用划线锯片(亦称预切锯片、刻槽锯片)和粉碎锯片进行板件边缘修整;图5-7(b)为使用划线锯片和粉碎锯片进行板件镶条的修整;图5-7(c)为使用划线锯片和粉碎锯片进行弯曲板件的边缘修整;图5-7(d)为使用垂直电动机刀头进行修整和定尺寸作业;图5-7(e)为利用进料履带里面的锯片完成截断作业;图5-7(f)为利用履带里面的刀具完成槽的加工;图5-7(g)为使用修整锯片进行截断作业;图5-7(h)为使用修整和粉碎锯片进行截头作业;图5-7(i)为指接棒的机加工;图5-7(j)为斜棒的加工;图5-7(k)为斜棒槽的加工;图5-7(l)为使用组合刀头的棒头加工;图5-7(m)为双棒的加工;图5-7(n)为使用两个前后排列的铣刀头完成铣削作业;图5-7(o)为燕尾棒槽的机加工;图5-7(p)为燕尾形边缘的机加工;图5-7(q)为窗户槽簧型边的加工。

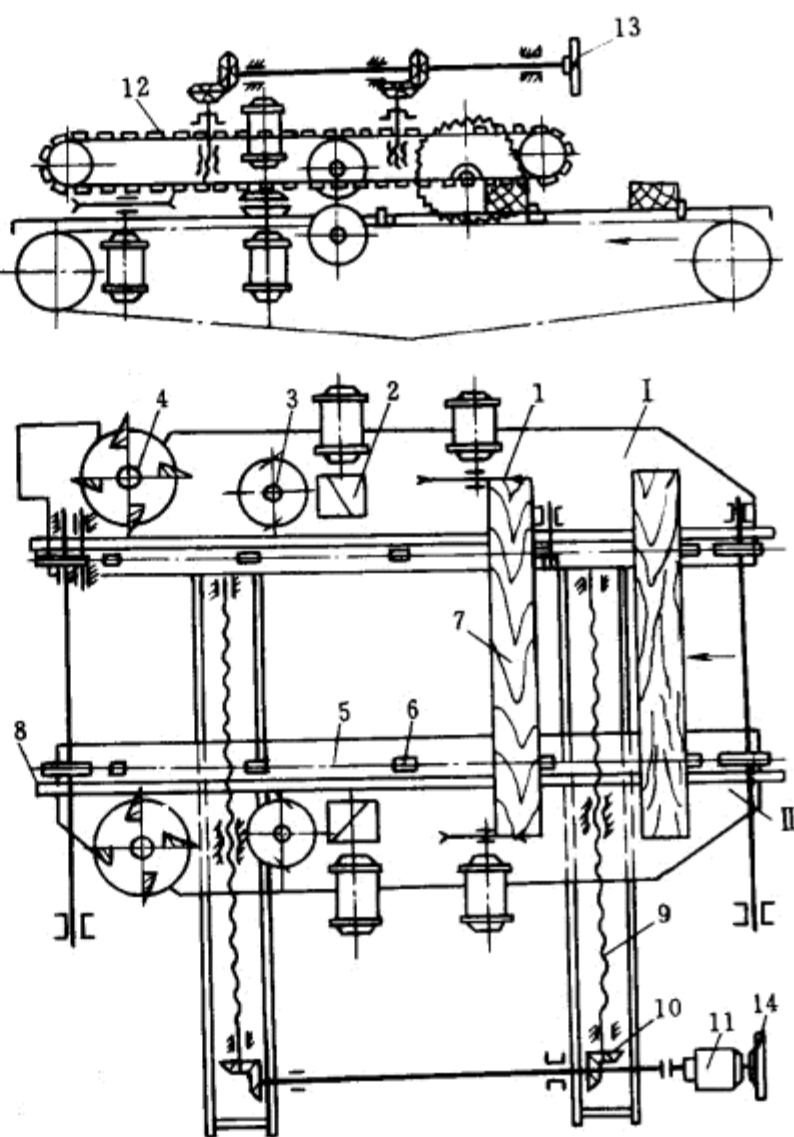


图 5-6 履带进给双面木框棒开棒机示意图

- I—固定立柱 II—移动立柱
1—截头圆锯 2—水平铣刀头 3—垂直铣刀头 4—圆盘铣刀
5—履带 6—挡块 7—加工零件 8—导向板 9—丝杆
10—锥齿轮副 11—电动机 12—履带压紧器 13、14—调节手轮

表 5-1 木框棒开棒机技术参数

机 床	数量 /个	被加工零件最大尺寸/mm			最大的 棒头 长度 /mm	功率/kW				进给 速度 /m·min	传动 功率 /kW	质量 /kg	备 注		
		宽	厚	长		主轴转速/r·min ⁻¹									
						锯片	水平铣刀	垂直铣刀	中槽刀盘						
单面的	轻型	2~4	200	50~75	—	60~100	$\frac{1\sim 2}{3000}$	$\frac{1}{3000}$	$\frac{1}{3000}$	$\frac{2}{1500}$	2~6	3~6	500~1300	加工小的木框棒头	
	手工进给	6	—	125	—	160	$\frac{2.2}{2870}$	$\frac{1.5}{2870}$	$\frac{0.8}{2870}$	$\frac{3}{2900}$	—	—	—	如MX2116A加工中、大的木框棒头	
	机械进给	4~6	400	150	—	120~150	$\frac{2\sim 3}{3000}$	$\frac{2}{3000\sim 6000}$	$\frac{1}{3000}$	$\frac{3}{1500\sim 3000}$	3~9	6~13	800~1000		
双面的	履带进给	轻型	8	200	75	1800	100	$\frac{1\sim 2}{3000}$	$\frac{1}{3000\sim 6000}$	$\frac{1}{3000}$	$\frac{2}{1500}$	2~8	12~16	2000~4000	加工小的木框棒头
		重型	8~12	200	150	3000	150	$\frac{3\sim 4}{3000}$	$\frac{2\sim 2.5}{3000\sim 6000}$	$\frac{1}{3000}$	$\frac{3\sim 4}{1500\sim 3000}$	2~9	30~60	4000~7000	加工大的木框棒头
		具有辅助主轴的	~16	1000	150	3000~4500	150	$\frac{3\sim 4}{3000}$	$\frac{2\sim 2.5}{3000\sim 6000}$	$\frac{1}{3000}$	$\frac{3\sim 4}{1500\sim 3000}$	2~9	40~70	800~1500	加工大的木框棒头,还能铣削横向棒槽
		具有往复式周期进给	4	100	60	1500	50~100	—	$\frac{1}{3000\sim 6000}$	—	—	2~4	5~8	900	可加工成倾斜的棒头

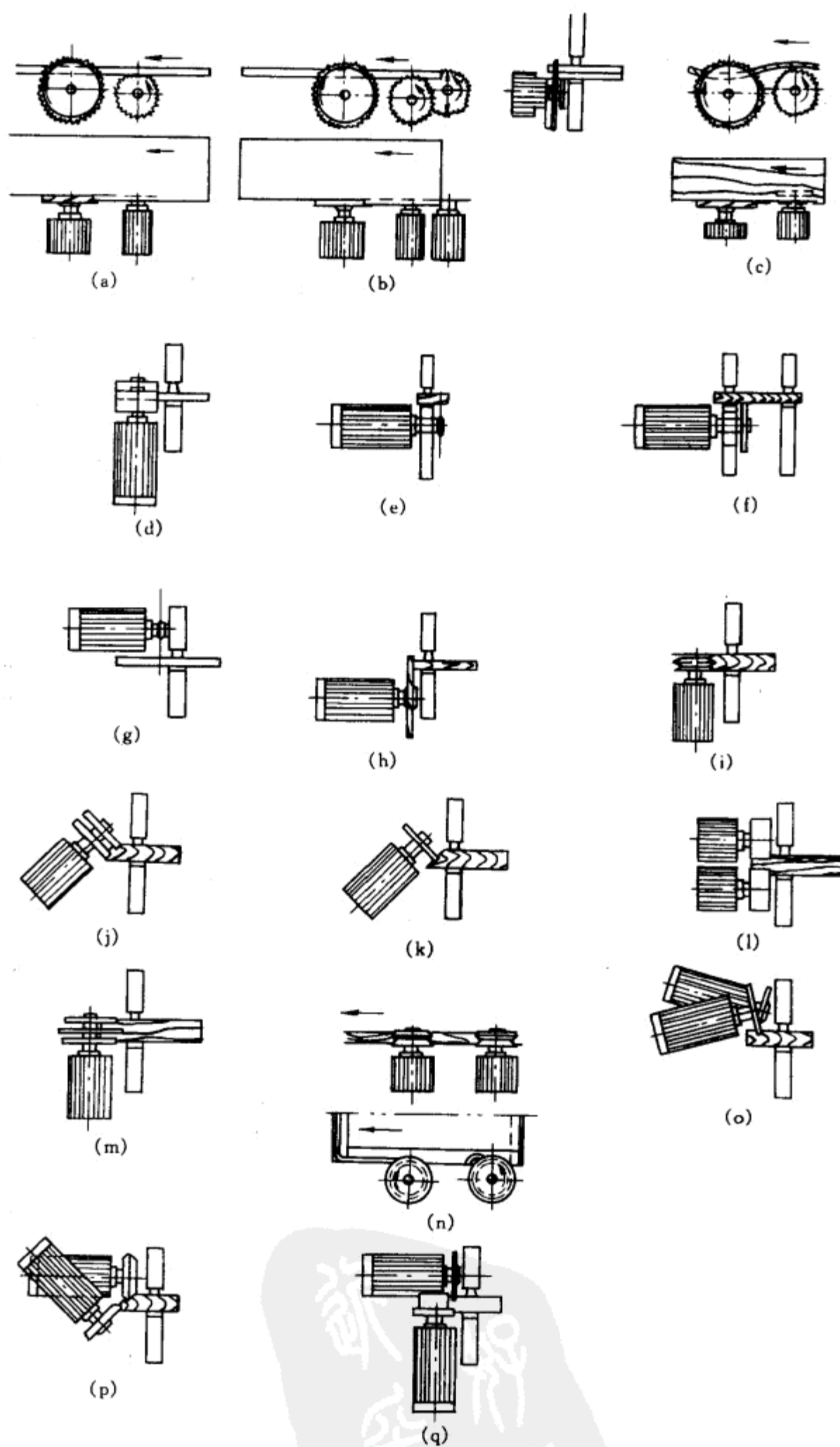


图 5-7 D80K型双面锯铣机加工工艺实例

图5-8所示为D80K型双面锯铣机外观图。机床由带导轨的机座,固定机架和移动机架,装有切削刀头的工作刀架,履带进给装置,压紧带装置,电气箱,驱动装置,以及操作台等组成。

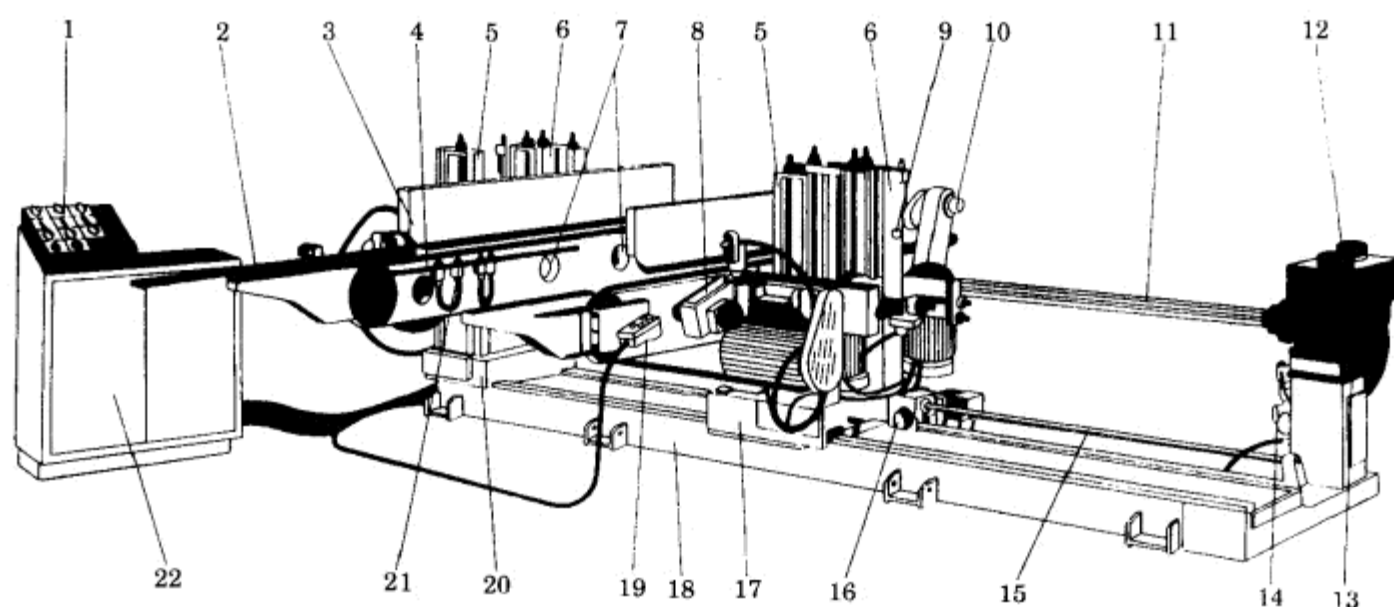


图 5-8 D80K型双面锯铣机外观图

- 1—操作控制台 2—平行导尺 3—压紧带装置 4—进给履带链条张紧机构 5—前立柱 6—后立柱
7—内链检验孔 8—划线锯 9—移动机架操作按钮 10—压紧带速度离合器控制旋钮 11—进给履带驱动轴
12—进给履带调速旋钮 13—无级变速器 14—气动三大件 15—丝杆 16—移动机架位移精调旋钮
17—移动机架 18—机座 19—移动控制按钮盒 20—固定机架 21—气动控制微动开关 22—电气控制箱

机座18由钢板焊接而成,下面由八只带圆盘平面的可调螺钉支撑,用于调整机床的水平度。机座上面有两根钢制的平面矩形导轨,左侧装有固定机架20,右面移动机架17通过驱动系统可沿导轨移动。

机床的固定机架和移动机架呈对称布局,结构基本相同,仅有个别刀轴布置形式稍有区别。下面以固定机架为例介绍其结构和调整。

图5-9所示为固定机架前立柱上复式刀架结构示意图。前立柱1上刀架为复式溜板结构,转动丝杆2可使垂直溜板13沿立柱垂直导轨上下升降;转动丝杆14可使水平溜板12沿垂直溜板上的水平导轨左右移动;转动丝杆15可使转动溜板11绕支承轴作360°回转。各溜板移动或转动数值均有标尺显示,调整后需用锁紧装置锁紧。回转溜板上电动机10直接安装带粉碎功能的锯片6,在电动机8伸出支架上直接安装划线锯片7,转动丝杆9可使其在水平方向移动。加工时的切屑由安全排屑罩通过吸尘装置吸走。

图5-10所示为后立柱上复式刀架结构示意图。后立柱1的前后两面均装有复式刀架结构的切削刀头。在其内侧面的上部装有悬伸支臂,悬伸支臂与安装压紧装置的支架16为燕尾形导轨结合,转动丝杆15可调整支架16的高度。下部安装的悬伸支臂上装有固定的板状支座,用以安装进给用的履带装置。

后立柱1前面的垂直溜板4通过丝杆3沿后立柱1前面的垂直导轨上下升降;旋转丝杆12可使前水平溜板5沿垂直溜板上的水平导轨作左右移动;旋转丝杆9可使回转溜板6绕支承轴回转。各溜板移动或转动数值均有标尺显示,并由相应装置锁紧。回转溜板上的电动机10通过薄形平带来驱动铣刀轴11作高速回转,工作时由微动开关13、14控制气缸7使铣刀轴作上下摆动,用于铣削贯通或不贯通的纵向线槽。其加工深度由丝杆8上的螺母调节气缸活塞杆工作行程来实现。后立柱后面的复式刀架与前面的复式刀架结构基本相同,但它不设置由气缸控制的摆动

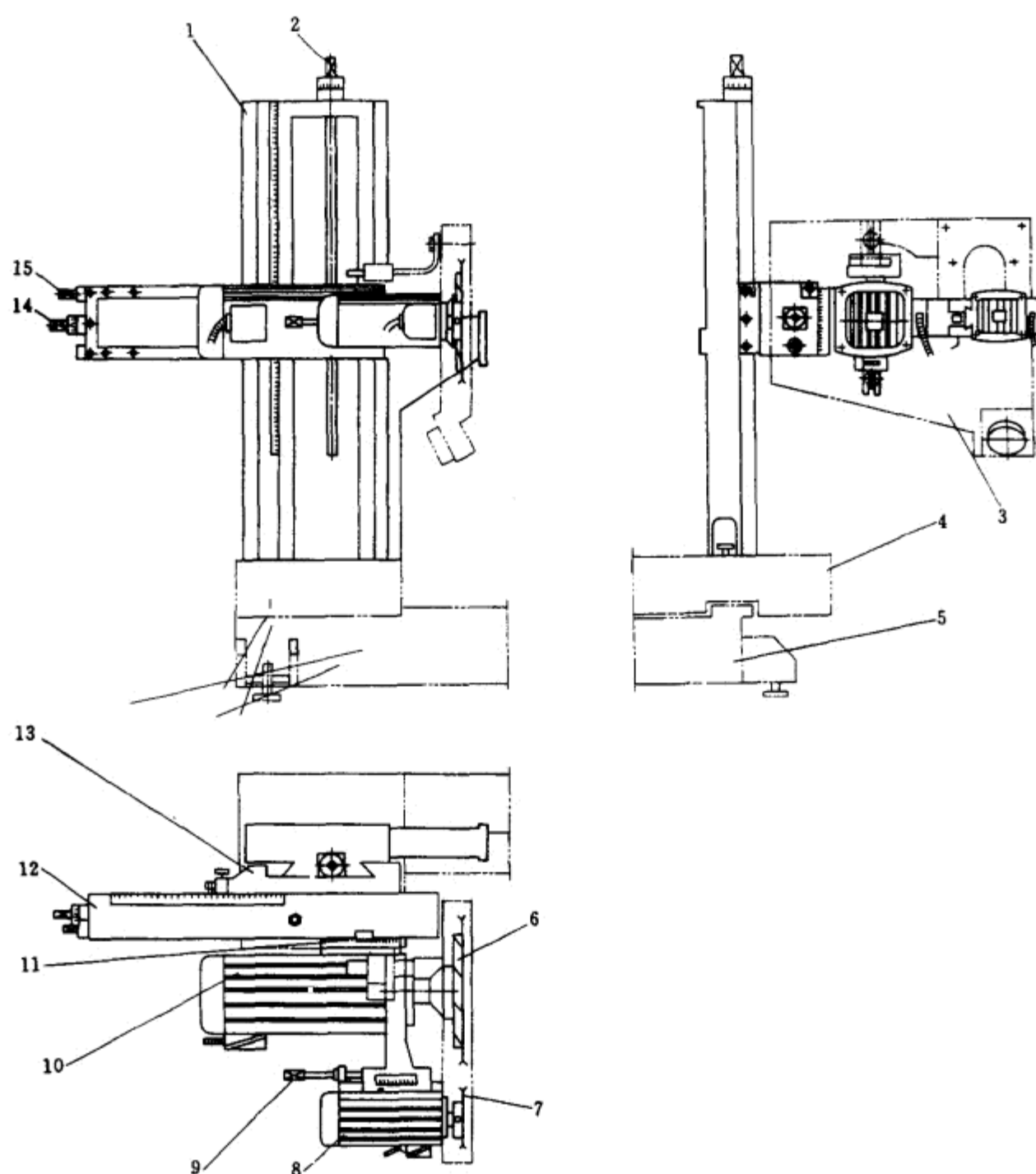


图 5-9 前立柱上复式刀架结构示意图

1--前立柱 2--垂直丝杆 3--排屑罩 4--底板 5--机座 6--粉碎组合锯片 7--划线锯片 8--划线锯片电动机
9--调节丝杆 10--粉碎锯片电动机 11--回转溜板 12--水平溜板 13--垂直溜板 14--水平丝杆 15--回转丝杆

铣刀轴,而直接将铣刀头安装于电动机轴上。

移动机架17(图5-8)能沿机座18上的导轨移动,可由电动机快速驱动实现粗调,也可由旋钮16来精确调整移动机架17与固定机架20之间的工作宽度。移动机架前后立柱上各复式刀架的结构呈对称布置,但未设摆动铣刀轴,调整方法与程序与固定机架基本机同。

在机床进料端左侧设置有工件靠齐导向装置,用于工件进料时端部或侧边靠齐并可准确地安放在进给履带上。

图5-11所示为D80K型双面锯铣机的传动系统图。进给电动机3经锥盘式无级变速器2、减速器4驱动进给履带的传动轴回转。装在固定机架上的链轮17和移动机架上的链轮18由传动轴分别带动两条进给履带12、14,使其沿支架上的导轨运动。通过齿轮传动组16、19分别使压紧装

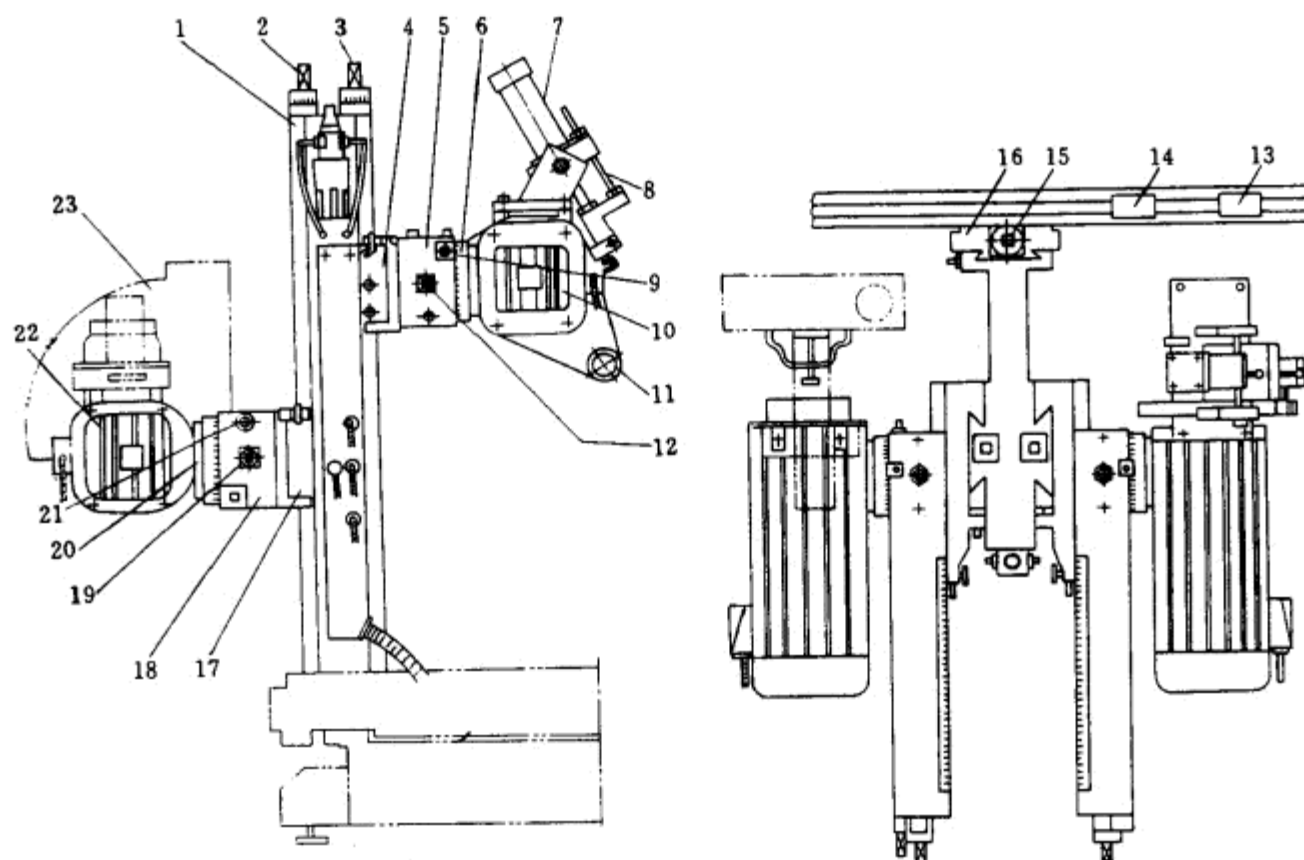


图 5-10 后立柱上复式刀架结构示意图

1—后立柱 2,3—前后垂直丝杆 4—前垂直溜板 5—前水平溜板 6—前回转溜板 7—气缸 8,9,12,19,21—调节丝杆
10—前水平刀头电动机 11—铣刀轴 13,14—微动控制开关 15—丝杆 16—支架 17—后垂直溜板 18—后水平溜板
20—后回转溜板 22—后水平刀头电动机 23—安全排屑罩

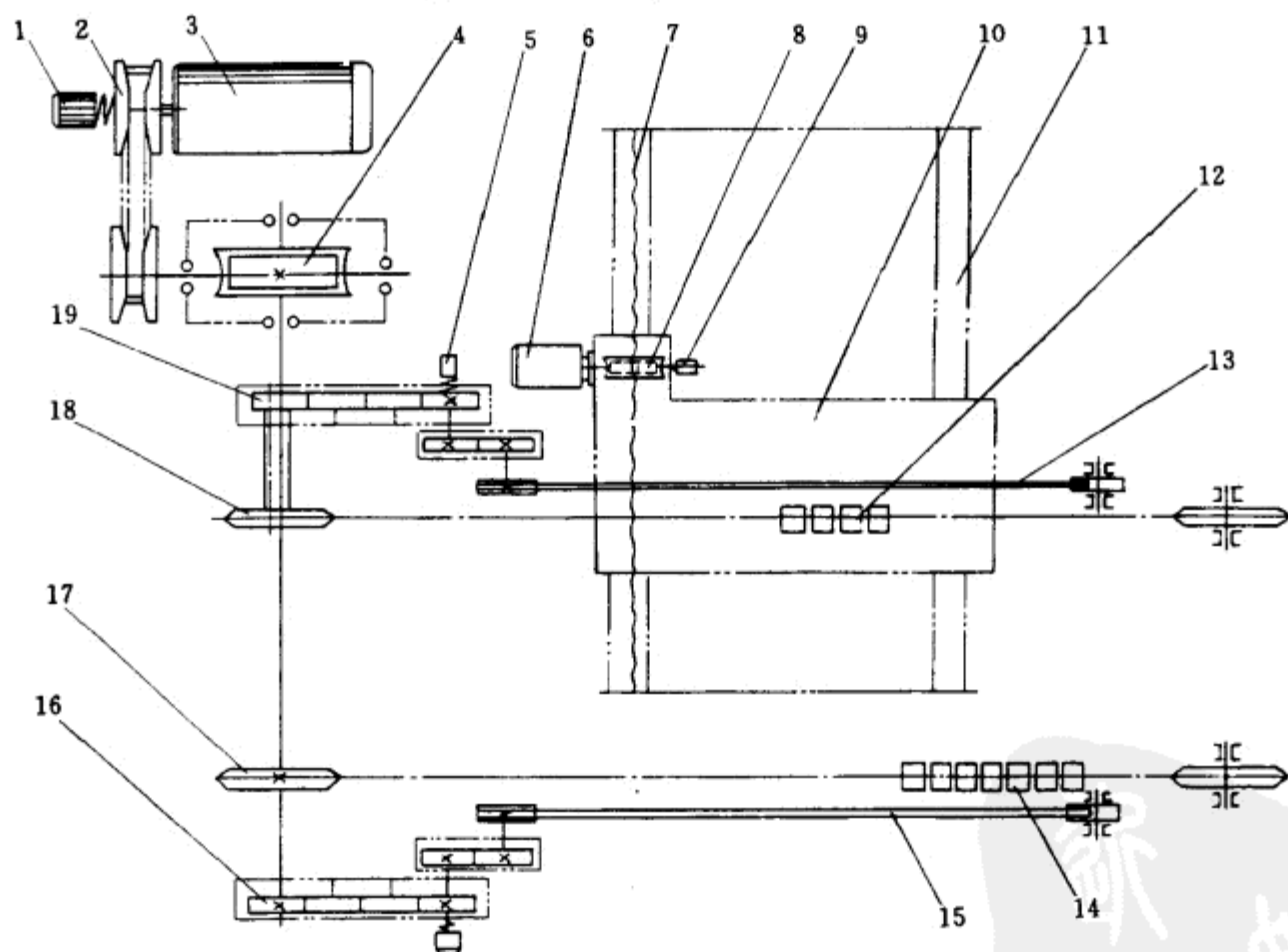


图 5-11 D80K型双面锯铣机传动系统图

1—速度调节旋钮 2—无级变速器 3—进给电动机 4—减速器 5—压紧V带速度离合器控制旋钮 6—移动机架驱动电动机
7—丝杆 8—减速器 9—移动机架位移微调旋钮 10—移动机架 11—机座 12,14—进给履带 13,15—压紧V带
16—齿轮传动组 17—固定机架驱动链轮 18—移动机架驱动链轮 19—移动机架齿轮传动组

置的压紧V带15、13运动(图5-8中3)。移动机架10上链轮18, 齿轮传动组19与传动轴之间采用滑键结构, 以保证机架移动后进给运动不会中断。旋钮1用于运转中调节锥盘式无级变速器2的速比, 以调节进给履带的运行速度; 旋钮5用于调节摩擦式离合器的摩擦驱动力矩, 当旋钮完全放松后, 此时压紧V带则无驱动力。压紧V带工作边内面(在切削加工区内)设置若干个由弹簧压紧的小型带槽滚轮, 使压紧V带可靠地压紧移动中的工件, 并紧靠基准面, 避免工件加工时跳动和横向位移。

工件的水平支撑基准面是两条进给履带板。它由圆形和平面导轨所支撑, 其中圆形导轨起导向作用。履带板、链轮均采用耐磨金属材料制成, 使用寿命长, 工作精度高。每根履带上设置若干个固定距离的弹性挡块, 作为工件的垂直基准面推送工件进给。为此, 两条履带上弹性挡块的推送垂直面必须调整在同一个横向垂直面内。当工件宽度超过了二个挡块的纵向距离时, 工件能将弹性挡块压入履带板平面内, 平时则在弹簧作用下始终高于履带平面位置。每根进给履带的从动链轮上均设有弹性张紧装置, 保持履带张紧力恒定。

D80K型双面锯铣机可以根据加工工件的尺寸来调整移动机架10的位置。电动机6经减速器8、丝杆7驱动移动机架快速移动, 实现粗调; 而旋钮9则用于手工精调。移动距离由机座上的标尺显示, 采用放大镜和指示灯显示装置, 使观察和调整时方便准确。

D80K型双面锯铣机是具有80年代水平的机械设备, 它不但适应各类木材的加工, 而且能加工各种不同的材料, 如各种人造板、粗纸板、石棉板等。标准型N用于中、小规模细木工、板式家具车间。特殊机型S附有各种附件, 如电子定位装置, 设有精确读数的电子数字式宽度感应装置, 自动组合程序操作等; 它与自动生产线相连, 具有最大的生产率。

D80K型双面锯铣机的主要技术参数:

最大加工宽度	3200或2600mm
最小加工宽度	150mm
最大加工厚度	180mm
进料速度: 标准型(N)	3~18m/min
特殊型(S)	5~35m/min
锯、铣切削头电动机功率	1.1~11kW

第二节 长圆榫开榫机

长圆榫开榫机(亦称圆弧木框榫开榫机、椭圆榫开榫机), 用于零件端部加工各种规格的长圆榫或圆榫。国内较典型的引进机型, 如意大利的2TAO型自动长圆榫开榫机, 它应与2CAP型自动双面榫槽机配套使用(详见第七章), 机床的技术性能才能充分发挥。机床生产效率较高, 榫头的加工和榫配合精度高, 互换性好, 适宜于批量生产建筑用门、窗木构件, 框式家具的框架, 板式部件等的长圆榫或圆榫加工。机床能加工的榫头形式如图5-12所示, 有直位、斜位、平面倾斜、立体倾斜等。

图5-13所示为2TAO型自动长圆榫开榫机外观图。主要由床身1、两个工作台5、气动夹紧装置6、铣榫组合刀头7以及运动传动装置和气、电控制系统等组成。床身1由钢板焊接而成, 其内腔装有主轴传动装置、仿形进给运动传动装置、工作台运动传动装置以及电气控制装置等。

在高速回转的主轴上, 装有铣榫组合刀头7。装夹工件的两个工作台5安装在长水平溜板3

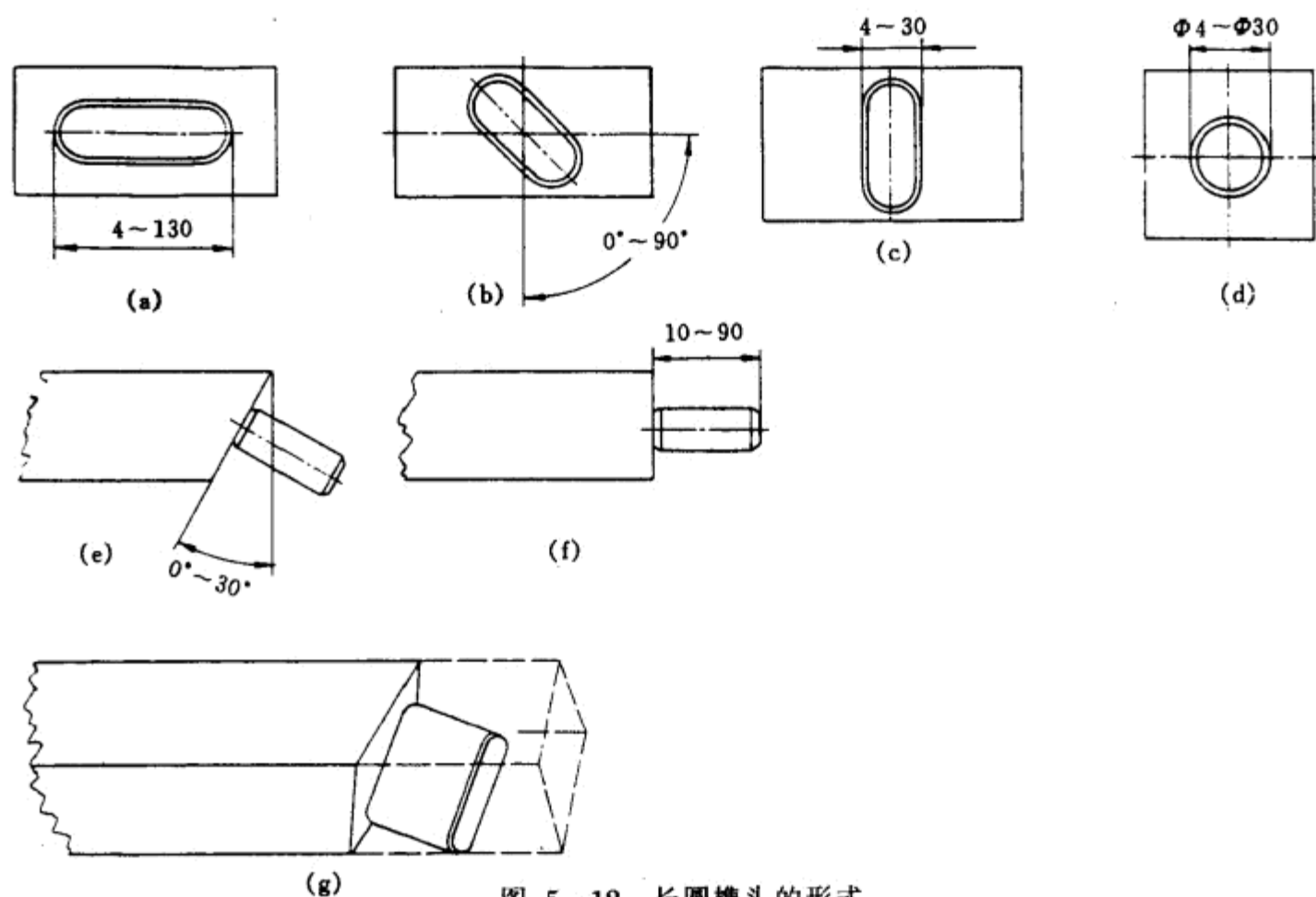


图 5-12 长圆棒头的形式

(a)、(c)、(f) 直位 (b) 斜位 (d) 圆形 (e) 平面斜位 (g) 立体斜位

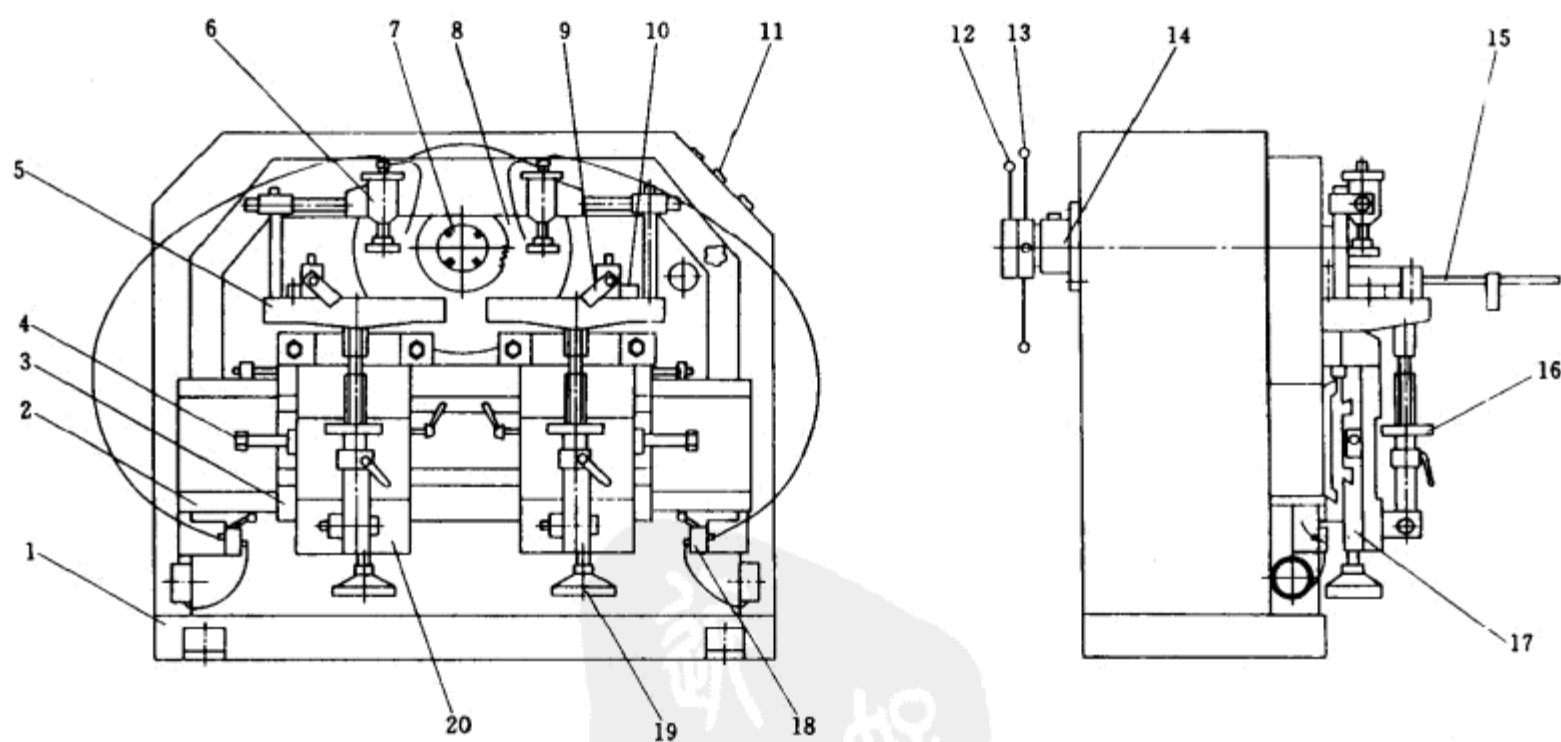


图 5-13 2TAO型自动长圆棒开棒机外观图

1—床身 2—水平导轨 3—长水平溜板 4—调节螺钉 5—工作台 6—气动夹紧器 7—铣棒组合刀头
8—圆形护板 9—限位块 10—导尺 11—电气按钮板 12、13—手柄 14—大螺母
15—滑杆 16、19—手轮 17—短水平溜板 18—气动控制阀 20—垂直溜板

上,它们可沿水平导轨2同时左右移动;两个工作台之间的水平距离,通过调节螺钉4移动短水平溜板17来调整;工作台高度的调节,可通过手轮19移动垂直溜板20来实现;工作台倾斜角度的调节,可通过手轮16、铰支的丝杆机构来实现。各溜板的调整位置均有标尺显示,但在调整前后要注意各专用手柄的松开或锁紧。工作台上设置有能在水平面内回转的导尺10,最大转动角度为45°。工件由限位块9、导尺10定位。单作用气缸压紧器6用于夹紧工件,气缸动作由气动控制阀18来控制。由于机床的两个工作台能交替地进入切削作业区,使切削加工和装卸料工序可同时进行,故机床的工作效率较高。

铣棒组合刀头上,圆锯片用于端部精截,铣刀用于加工棒肩和棒颊。因此,加工棒头的长度与组合铣刀头上的圆锯片安装位置有关。而加工棒头的宽度、厚度及长圆棒的半径则与主轴上组合刀头仿形进给运动的轨迹有关,即与主轴末端的仿形锥轮和靠模相接触的位置有关。在床身背后设置有专用于调整靠模位置的机构,可通过手柄12、13、大螺母14等来实现。机床的侧面设置电气操作控制板11,下部两侧设有左右两个排除切屑的吸尘接口。

图5-14所示为该机床传动系统和靠模调整结构示意图。

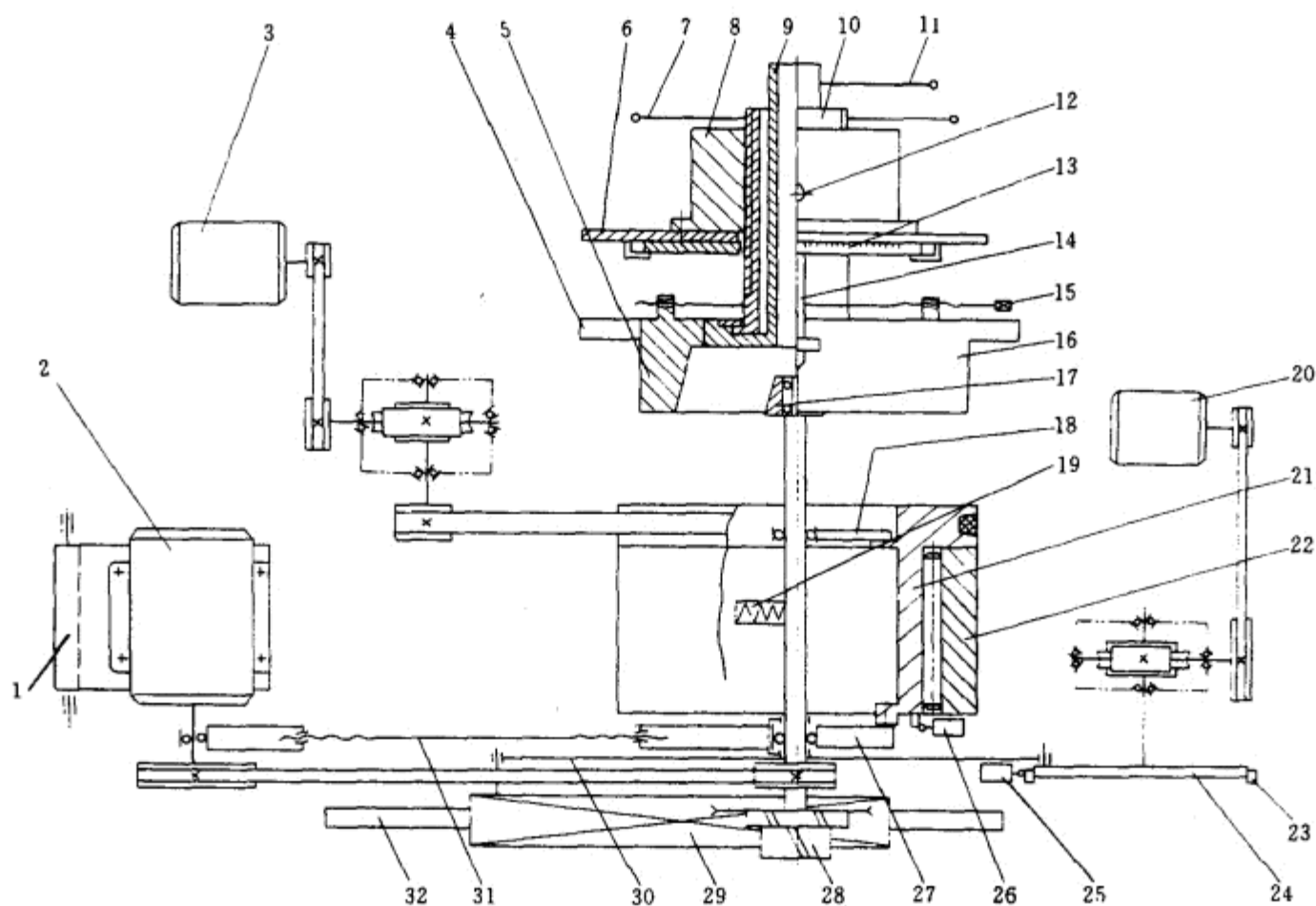


图 5-14 长圆棒开棒机传动系统和靠模调整结构示意图

- 1—摆动板 2—主电动机 3—仿形进给电动机 4—导轨 5、16—内腔为锥面的半圆靠模块
6—床身 7、11—手柄 8—固定螺母 9—空心导轴 10—空心螺杆 12—锁紧螺钉 13—刻度盘
14—圆形导轨 15—调节螺杆 17—仿形锥轮 18、27—主轴仿形摆动的轴承座 19—弹簧
20—工作台移动电动机 21—空心转动支座 22—空心固定支座 23—撞块 24—圆盘
25、26—行程开关 28—铣棒组合刀头 29—工作台 30—连杆 31—张紧螺杆 32—水平导轨

该机床的刀头主轴,由安装在摆动板1上的电动机2经皮带传动作高速回转。皮带张紧由带左右螺纹的丝杆31实现。由于刀头主轴按靠模曲线作仿形运动,故电动机2的安装底板1必须能作摆动,方能保持两带轮的中心距不变。

机床主轴的组合刀头仿形运动与工作台移动动作是相互配合的,这种配合由电气行程开关25、26实现,其工作原理如下:

机床启动后刀头主轴作高速回转,仿形进给运动亦开始进行。如图示位置是对右边工作台上的工件进行切削加工,在主轴末端的锥轮17沿靠模15、16内壁回转一周时(仿形进给运动)即完成了圆弧棒头的加工。这时空心转动支座21的撞块碰到行程开关26,它急令电动机3停转,仿形进给运动立即停止,同时接通电动机20的电源,电动机通过V带、蜗轮蜗杆减速箱,带动圆盘24回转,圆盘通过曲柄连杆机构带动工作台29左右移动。圆盘上安装了两个互成 180° 分布的撞块23,当圆盘上的一撞块碰到行程开关25时,电动机20停转。此时左边工作台进入切削加工位置,右边工作台则退至装卸料位置。由于在撞块碰行程开关25时,电动机3又被重新启动,仿形运动又开始进行,主轴上铣削组合刀头对左边工作台上工件进行铣削加工。当转动支座21上的撞块又碰及行程开关26时,电动机3停转,仿形进给运动又停止;电动机20带动圆盘24转动,使工作台向左移动,此时右边的工作台又再次进入切削加工位置,而左边的工作台却退至装卸料位置,切削加工的仿形进给运动又重新开始。就这样周而复始地完成长圆棒头切削加工的循环运动。

工件的夹紧是依靠气缸夹紧器6实现的(图5-13)。两个气缸控制阀18分别控制单作用气缸的动作。当左边工作台左移,退出切削区,水平长溜板碰压左边气动控制阀,左边单作用气缸与气源切断,气缸内的压缩空气通过快速排气阀排空,夹紧器活塞上移,放松工件,实现卸料和重新装料;当左边工作台右移,则气缸控制阀复位而接通气源,左边的气动夹紧器又动作压紧工件。对于右边工作台上的气动夹紧器,同样受右边气动控制阀的控制,实现工件的夹紧或放松。由此形成两个气动夹紧器自动循环动作,满足了机床加工的需要。

2TAO型自动长圆棒开棒机加工棒头的形状和几何尺寸调整如图5-15所示。机床调整机构及操作手柄如图5-14所示。

(1) 棒头棒颊面倾角 α 的定位调整: 倾角 α 调整范围为 $0^\circ \sim 90^\circ$, 松开锁紧螺钉, 转动手柄11, 通过空心导轨9, 带动半圆靠模5、16回转, 倾角值 α 由刻度盘13上标尺读出。

(2) 棒头长度尺寸 E 的调整: 通过调整圆锯片在铣刀体上的位置来实现。

(3) 棒头厚度尺寸 A 的调整: 松开锁紧螺钉12, 转动手柄7带动空心螺杆10回转, 螺母8

固定在床身6上, 空心螺杆10既转动又移动, 带着内腔为锥面的半圆靠模5、16向前或向后轴向移动, 达到改变靠模内腔锥面与仿形锥轮17的接触位置, 亦即调节了主轴轴线与转动支座旋转中心之间偏心距的大小。当靠模向前移动, 偏心值减小, 棒头厚度尺寸 A 减小; 反之, 则棒头厚度尺寸 A 增大。

(4) 棒头宽度 B 的调整: 首先应将倾斜角 α 调整到 90° 的位置上, 再用专用扳手, 拧动带有左右螺纹的螺杆15, 使装在燕尾导轨4上内腔为锥面的半圆靠模5、16同时向外或向里移动(即相

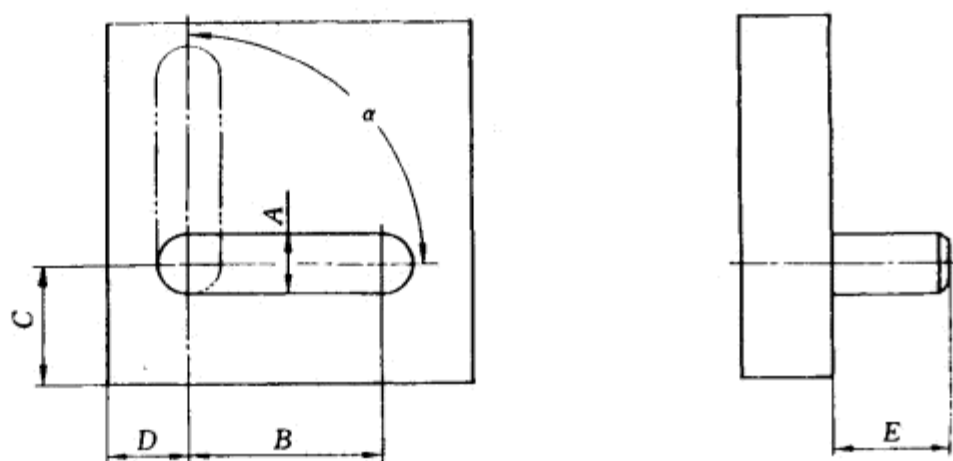


图 5-15 棒头形状与几何尺寸调整

A—棒头厚度 B—棒头宽度 C、D—棒头定位尺寸

E—棒头长度 α —棒头棒颊面倾角

对地分开或靠拢), 达到改变榫头宽度尺寸的调整。当两半圆向外移动, 榫头宽度尺寸 B 增加; 反之, 则榫头宽度尺寸 B 减小。

(5) 榫头定位尺寸 C 和 D 的调整: 尺寸 C 的调整, 当放松锁紧手柄后, 转动手轮19(图5-13), 由垂直溜板的移动来调整工作台的垂直高度, 完毕后必须再次锁紧手柄。尺寸 D 的调整, 通过调整铝制导尺10在工作台上的位置, 完成粗调; 然后再由螺钉4来调节短水平溜板17的水平位置, 完成精调。

(6) 榫头倾斜面的调整: 当加工立体的倾斜榫头时[图5-12中(g)], 先要使工作台处在水平轴线和靠模处在垂直轴线位置, 再分别调整至所需的倾斜角度, 方可满足加工要求。

国产MX118(按新国标应定为MX378)型自动长圆榫开榫机的工作原理、结构及调整, 基本上与2ATO型自动长圆榫开榫机相同。

表5-2为部分自动长圆榫开榫机的主要技术参数。

表 5-2 部分自动长圆榫开榫机的主要技术参数

参数名称		MX118	2TAO	TSG2T	RP1200-2000
榫头宽度/mm		0~100	0~100	110	0~100
榫头厚度/mm		4~30	4~30	0~40	0~40
榫头长度/mm		6~80	6~80	0~90	50、77、105
工作台倾斜角度范围/(°)		0~20	0~20	—	床头箱水平调整角度-7~+45
工件倾斜回转角度/(°)		0~45	0~45	—	床头箱垂直调整角度-10~+45
榫头端面可调角度/(°)		0~90	0~90	—	—
电动机	铣刀主轴	2.94	2.94	2.94	—
	铣刀仿形运动	0.74	1	0.74	7
	工作台移动	0.74	0.74	0.74	—
外形尺寸(长×宽×高)/mm		1400×1250×1250	1400×1250×1250	2000×1290×1350	3000×2000×1600 3800×2000×1600
生产厂		中国都江	意大利	意大利	荷兰

第三节 箱结榫开榫机

箱结榫开榫机按照进给方式分为手工进给和机械进给两种; 按照主轴数目分为单轴和多轴的; 按主轴位置分为立式和卧式的; 按照箱结榫的类型和形状又可分为直角箱结榫和燕尾形箱结榫等。

一、直角箱结榫开榫机

加工直角箱结榫的刀具多采用圆盘铣刀, 分周期式径向进给和连续式切向进给。前者加工质量高, 但生产率低。切向进给的直角箱结榫开榫机又分单面的和双面的。

图5-16所示为抽屉直角榫开榫机外形图。它主要由床身、导轨、推架、主轴和传动机构等部分组成。床身1由钢板焊接而成。主轴6外有铸铁防护罩, 主轴上安装的组合圆盘铣刀8根据加工直角榫的数目而定。电动机10通过V带直接带动主轴旋转。主轴下面装有蜗杆蜗轮、齿轮齿条机构, 以调节主轴的升降, 即可调节刀具相对于工件的位置。调节完毕, 将主轴用手柄7锁紧。移动工作台5的上面放置一组工件, 紧抵导尺9并可根据加工榫头的长度, 用手轮14移动, 以调节刀刃相对导尺工作面的位置。移动工作台的进给是由电动机13通过V带传动, 经减速箱11,

由链条12带动,使其沿导轨2移动。当按下手柄3,将插销插入链条时,移动工作台随即自动前进,加工完毕时,工作台撞上限位开关,电动机停止工作,手柄反方向回转,退出插销,用手将工作台拉回,卸下已加工工件,完成一个工作周期。

抽屉直角榫开榫机的主要技术参数如下:榫头最大长度30mm;加工工件最大宽度500mm;铣刀直径180mm;主轴转速2900r/min;进给速度2.9、3.9m/min;主轴电动机功率7.5kW,进给电动机功率1kW。

图5-17所示为链条进给的双面直角榫开榫机示意图。被加工的零件1由料仓2落到底部的托板3上,双排进料链4上的铰接挡块6推动零件运动,由履带压紧。双排链条上装有挡块,对零件的推进或停止是由前、后交错的导尺9和10控制的。链条运动时,两外侧链条上的挡块6下表面沿导尺9上表面滑动,则挡块高出基准托板3,推动零件8前进;当挡块6离开导尺9时,挡块处于自由翻倒的6₁位置,这正相当于零件8的位置,零件则停留在基准板3上不动,进行箱榫铣削加工。当加工完成后,两内侧链条上倒悬的挡块7,由导尺10托起滑动,又将加工后的零件推向前进。零件在托板3上的停留时间内,安装在刀架11上的盘铣刀12沿着导轨13作升降运动,在零件两端就加工出直角箱榫。由上可见,链条上挡块的距离、链条运行速度和刀架升降周期三者之间必须相互协调。另外,零件停留位置也要很准确。

刀架11的工作行程和空行程,由驱动轴14带动链轮15并经锥齿轮副16使凸轮回转,通过杠杆18上的从动凸轮17,使杠杆绕铰点摆动,连杆带动刀架11垂直升降,实现进给和回程运动。

手轮21,进给丝杆20调整移动立柱19的位置,以适应零件长度变化的需要。

直角箱结榫的主要技术参数见表5-3。

二、燕尾形箱结榫开榫机

加工燕尾形箱结榫的刀具可采用圆盘铣刀,端部带柄的成型立铣刀,其中以成型立铣刀占多数。这类机床有三种形式:多轴的开榫机,它可以加工出半隐的、全隐的、全贯通的燕尾形榫头和榫槽;万能单轴的开榫机,它可以加工出锐角的、圆角的榫头;以及由圆盘铣刀或特殊圆锯片加工完全贯通的直角燕尾榫(又称马牙榫)的开榫机。

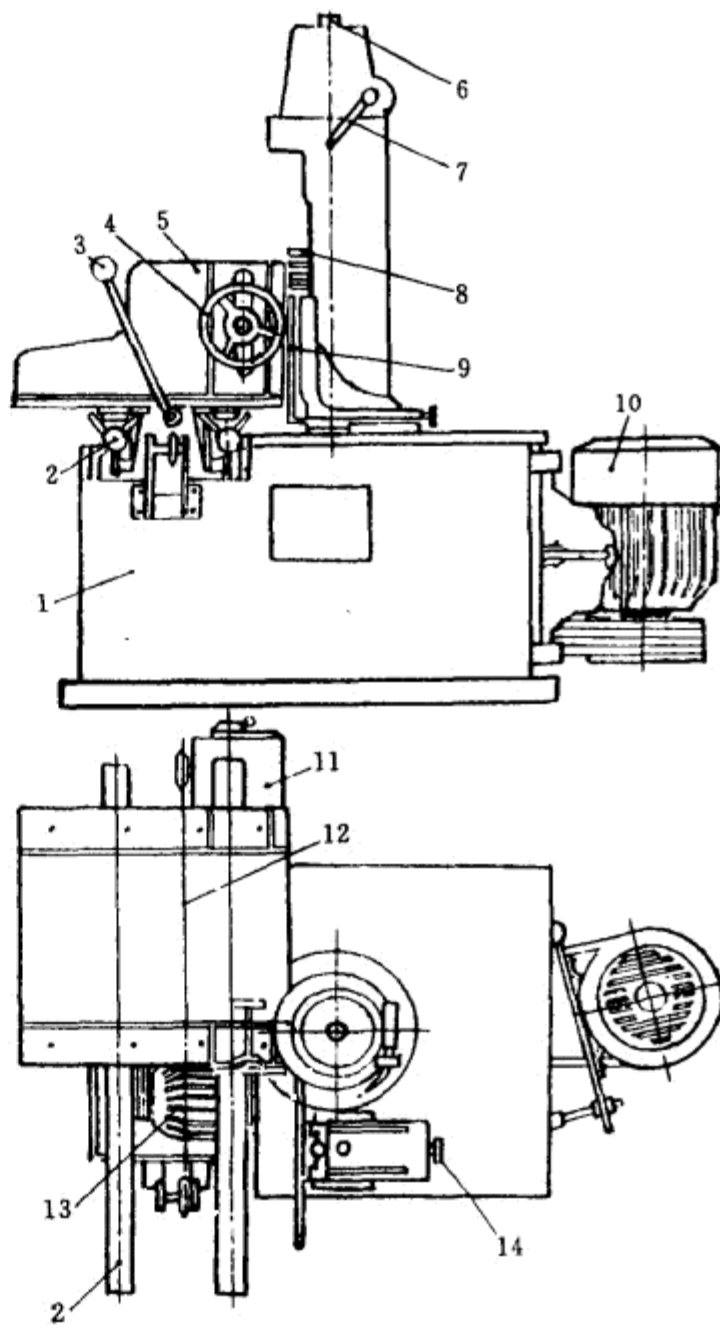


图 5-16 抽屉直角榫开榫机外形图

1—床身 2—导轨 3、7—手柄 4、14—手轮
5—移动工作台 6—主轴 8—组合圆盘铣刀
9—导尺 10、13—电动机 11—减速箱 12—链条

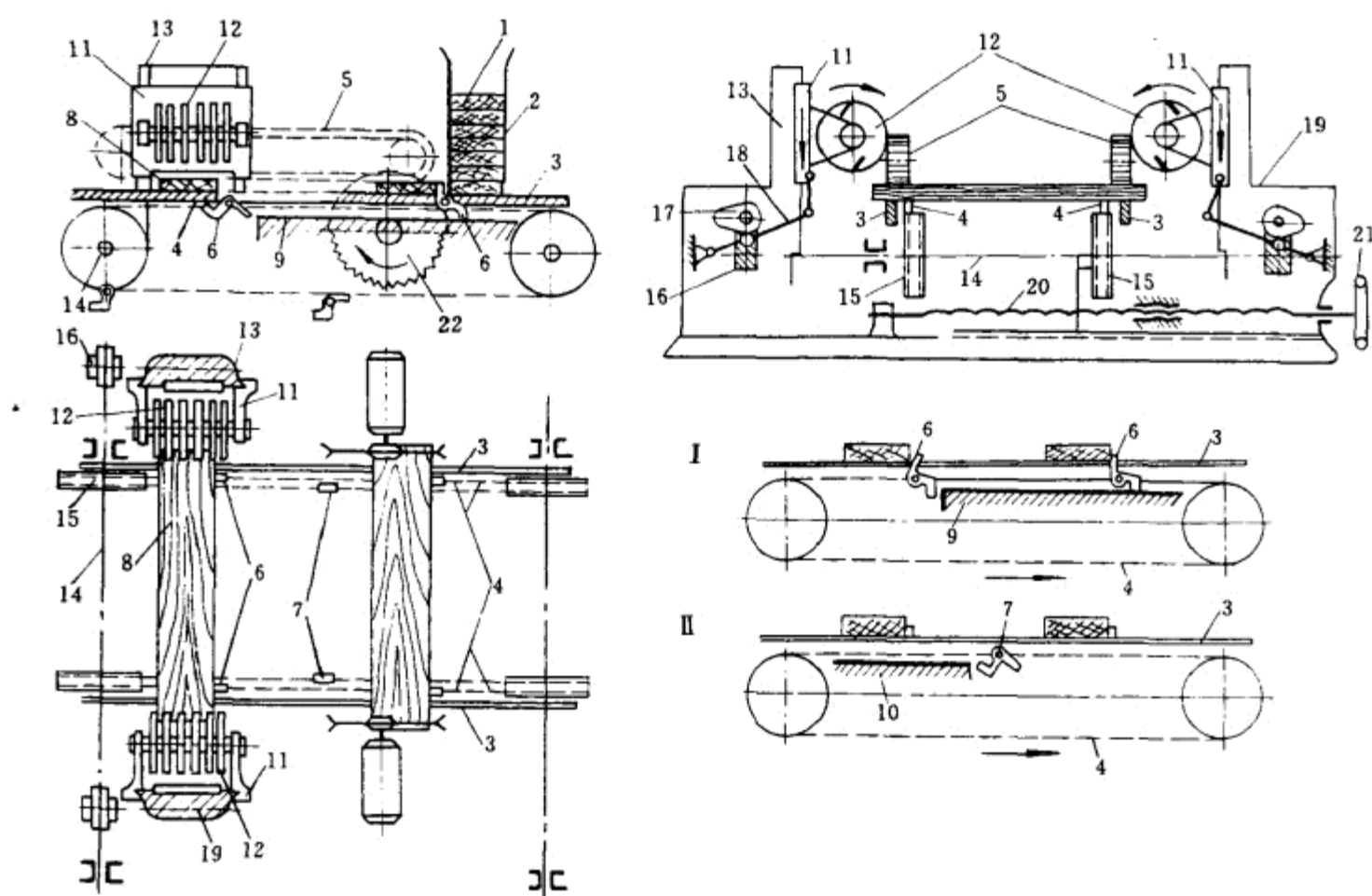


图 5-17 链条进给的双面直角箱结榫开榫机示意图

1、8—零件 2—料仓 3—托板 4—进给链 5—履带 6、6₁、7、7₁—挡块 9、10—导尺 11—刀架 12—盘铣刀 13—导轨
14—驱动轴 15—链轮 16—锥齿轮副 17—凸轮 18—杠杆 19—移动立柱 20—丝杆 21—手轮 22—圆锯片

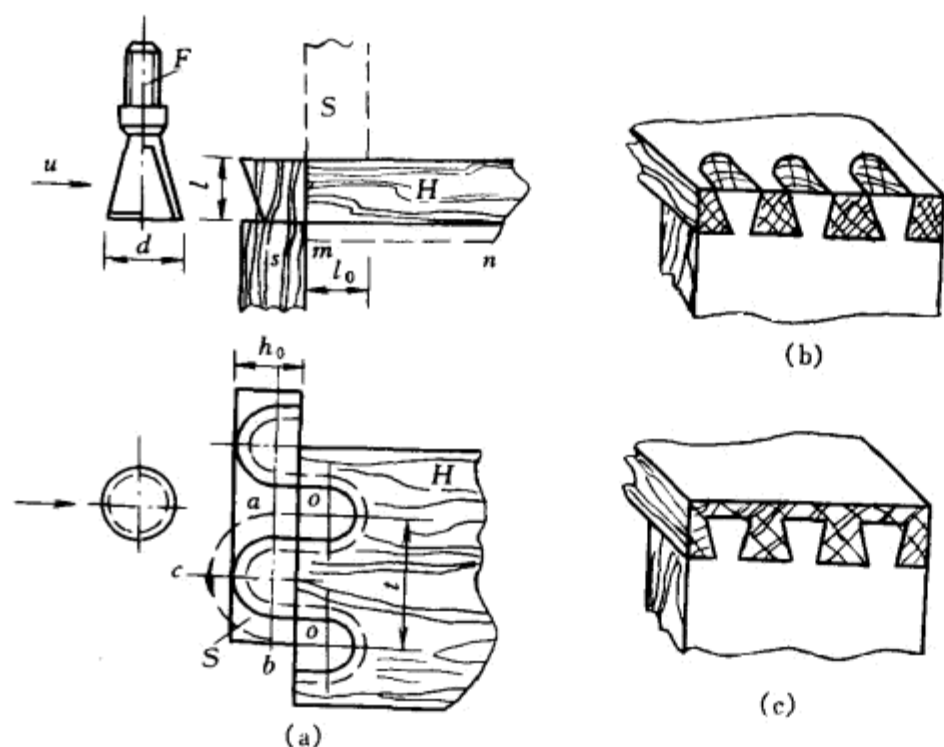


图 5-18 燕尾形箱结榫加工原理图

(a) 加工原理 (b) 贯通燕尾榫 (c) 半隐燕尾榫

贯通或半隐的圆弧形燕尾榫头是由带柄的成型的立铣刀来完成的。图5-18所示为燕尾形箱结榫加工原理图。图5-18(a)为垂直安装的侧板S(旁板)和水平安装的横板H(面板)以及端铣刀F。当端铣刀从侧面以进给速度 v 进行铣削加工时,在侧板S上即可加工出贯通的沟槽,同时在横板H上将加工出深度等于侧板厚度(h_0)的榫孔(l_0)。

加工时,由于端铣刀F是高速回转进行铣削,其侧刃使横板H的榫槽呈圆弧形,因此与榫槽相结合的侧板S上的榫头也必须呈圆弧形。榫头所呈现的圆弧形是由铣刀F的中心线沿轨迹 acb

移动而形成的。若被加工的箱板固定不动,端铣刀F除实现高速回转的主切削运动外,其进给运动自原始位置退至 o 点后,其移动轨迹是 $oacbo_1$ 。端铣刀中心轴线的运动轨迹则由直线运动—

圆弧形的平面运动—直线运动所组成。直线运动长度 $oa=2h_0-d$ ，其中 d 为端铣刀的最大直径。圆弧形的平面运动是以端铣刀(半径为 $d/2$)水平地回转 180° ，从而使侧板 S 获得与榫槽相同曲率半径的燕尾形榫头。侧板 S 和横板 H 一般应装夹成错开而又不小于 $t/2$ (t 为两榫头之间的距离称节距);当两块箱板装配成为直角的榫结合时，只要将侧板 S 翻转 180° ，如图5-18(a)上虚线 S_1 的装配位置。

当 $l=h_0$ 时，即可获得如图5-18(b)所示的贯通的榫结合。图5-18(c)所示为半隐的榫结合，其加工原理完全与上述相同，仅横板 H 的厚度要稍厚于侧板 S ，如图5-18(a)的虚线 $m-n$ 位置。

综上所述，获得圆弧的燕尾形箱结榫的机床，从运动学角度看有二种类型。一种是工作主轴既作主运动又作进给运动，而工作台固定不动;另一种是工作主轴只作主运动，而工作台作进给运动。实现曲线的平面运动的方法亦是多种多样的，有采用靠模装置，凸轮装置，曲柄连杆机构，靠模、凸轮、丝杆等组合机构以及椭圆齿轮齿条机构等。

在小批量生产中常采用单轴的工作台沿靠模装置移动的开榫机;在大量专用生产中常采用多轴的工作台由凸轮机构控制的半自动燕尾形开榫机，在这类机床上加工榫头的节距 $t=24\sim 26\text{mm}$ ，主轴的数量为 $16\sim 25$ 根，箱板的宽度为 $250\sim 625\text{mm}$ ，主轴的转速为 $3000\sim 6000\text{r/min}$ 。如前苏联生产的ШЛХ2型(25轴)半自动多轴燕尾形开榫机，除装、卸工件为人工外，其它过程均自动进行。

半自动双轴燕尾榫开榫机主要由床身、机头、两根主轴、主轴进给机构、偏心夹紧机构等组成。机床能正反双向行程加工，无空行程，调节范围大，可加工 $1\sim 13$ 个榫头，因有两把端铣刀，故可同时铣削加工两组(每组二块)燕尾榫结合的工件。

图5-19所示为半自动双轴燕尾榫开榫机传动系统图。机床两根主轴端部分别装有燕尾形柄铣刀，各由一台微型电动机8、皮带传动装置7驱动，转速为 8400r/min 。主轴进给运动由电动机2、盘式无级变速器3、皮带传动装置4、齿轮组5、装在机头9上的螺母及偏心丝杆10来实现。当机头上的销键凸轮(图中未表示)控制下同时插入丝杆螺纹槽内时，通过偏心丝杆转动，驱动螺母使机头上的刀轴获得轴向(横向)直线运动，同时其偏心又使机头上的刀轴获得前后(纵向)的直线运动，从而完成其合成运动。当销键与丝杆螺纹脱开时，借偏心丝杆的转动，通过纵向溜板来实现机头前后的纵向直线运动。加工时，榫头榫槽的直线段加工是由刀轴的前后(纵向)直线运动来完成;榫头的圆弧段加工由刀轴的前后直线运动和横向直线运动的合成运动来完成。凸轮与偏心丝杆用导键结合，自动地控制销键的插入和分开动作。

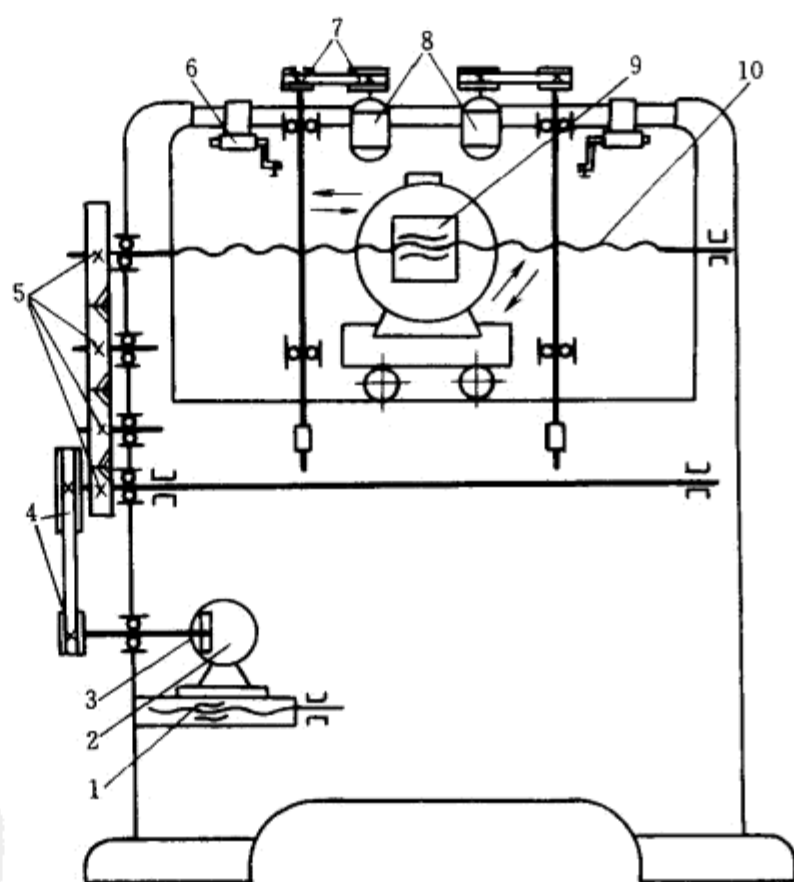


图 5-19 半自动双轴燕尾榫开榫机传动系统图

- 1-电动机移动丝杆螺母机构 2-电动机(带摩擦盘)
3-垂直摩擦盘 4、7-V带轮 5-斜齿轮 6-限位开关
8-微型电动机 9-机头 10-偏心丝杆

从而控制了刀轴合成运动的发生和停止。进给速度可通过丝杆螺母机构1调节两个互相垂直的摩擦轮的相对位置,实现10~150r/min的无级调速。

工件被夹紧固定在两个互相垂直的工作台上,夹紧是由四根手柄通过偏心夹紧轴实现的。此外,机床上还有刀轴作往复合运动时的定位靠模、标尺、工件导尺等。

表5-3为箱结开榫机的主要技术参数。

表 5-3 箱结榫开榫机的主要技术参数

主要技术参数		直角榫 开榫机	燕尾榫开榫机			单轴万能 开榫机
			手工进给	机械进给		
				双轴的	多轴的	
加工零件 尺寸/mm	宽	900~1100	150~500	25~325	到625	600~850
	厚	6~40	36	—	32	12~60
	长	—	—	—	—	150
榫头尺寸 /mm	长	~50	~32		~32	~32
	节距	12~50	固定的 24~26	25	12~50	可调的 15~50
倾斜度/(°)		9 : 10	—	—	10	10(对于槽20)
主轴数目/根		2	5~20	2	10~25	1(双头)
主轴转速/r·min ⁻¹		100~250	3000~6000	8140	6000~9000	15000
切削刀具直径/mm		600~650	15~16	—	9~32	7.5~37(50)
切削速度/m·s ⁻¹		3~4	2.5~5	—	到15	5~39
进给速度 /m·min ⁻¹	工作行程	2.67	手工的	机械的	机械的0.6~2.4	手工的或机械的
	空行程	5.35	—	—	移动的(到1.8~4.2)	—
进给机构传动功率/kW		—	—	1.5	0.8~1.1	0.6
机床总功率/kW		3~5.5	2.5	3.0	3.3~7.5	0.8~1.5
机床最大进给行程/mm		—	34	—	34	90
每分钟进给次数/min ⁻¹		—	2.3	—	4~8	6~12
质量/kg		1500~1700	500~700		800~1000	900~1200
面积/mm ²		220×900	700×1100	800×600	800×1400	680×800

除上述各种开榫机外,还有一种用于零件(方材、小方条等)纵向平面接长的专用的梳齿榫(亦称指形榫)开榫机。采用这种榫结合可以使短材长用、小材大用,达到充分利用木材、提高成品材品位的目的。这种机床采用的刀具可以是梳齿形铣刀,或是装成一定锥角的圆锯片,其中以梳齿形铣刀应用较多。小批量的梳齿榫加工可使用带移动工作台的立式下轴铣床,一般采用“S”型铣刀。虽然梳齿榫开榫机在家具生产中不甚广泛,但在拼板、细木工板等木制品生产中应用普遍,并与其它梳齿榫拼接设备组成半自动、高效率的生产流水线。

图5-20所示为梳齿榫开榫机示意图。图5-20(a)是利用梳齿形铣刀来加工梳齿榫的,称铣榫机。系统Ⅰ表示在主轴1上安装着一组梳齿榫铣刀2,零件3作水平进给,通过梳齿形铣刀加工出梳齿形榫头。系统Ⅱ像木框榫开榫机一样,零件3安装在进料台式小车5(或托架)上,沿导轨6先后通过锯片4和梳齿形铣刀2加工出梳齿形榫头。系统Ⅲ为履带进给的铣榫机,零件3由履带7上的挡块带动,机床同样具有端部锯截的锯片4和梳齿形铣刀2,在加工质量和生产率等方面比手工进给更为优越。图5-20(b)是利用锯片来加工梳齿形榫头的,称锯榫机,它用于零件的厚度较厚,需要接长或者使零件加宽。如系统Ⅰ所示,成对的锯片主轴1装成锥角 α' 和倾斜角 α 的圆锯片4,锯片直径200~300mm,零件3通过锯片主轴而获得梳齿形榫头。由送料台式小车5(或进给履带)使零件3进给的锯榫机如系统Ⅱ所示,梳齿榫是通过一对特殊的组合锯片8来获得。锯榫机的加工精度和质量等方面要比铣榫机差。

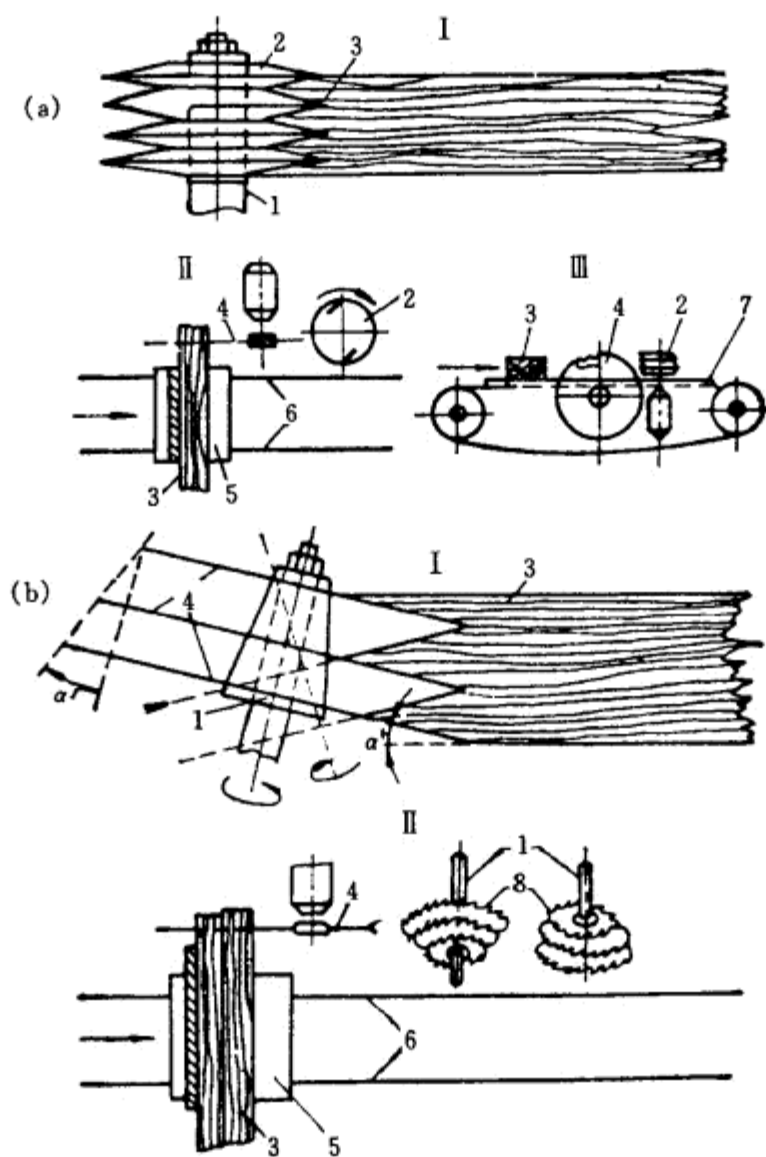


图 5-20 梳齿棒开棒机示意图

(a) 采用梳齿形铣刀的梳齿棒开棒机 (b) 采用锯片的梳齿棒开棒机

1—主轴 2—梳齿棒铣刀 3—零件 4—截头圆锯片

5—送料台式小车 6—导轨 7—履带 8—特殊的组合锯片



第六章 木工钻床

木工钻床用于在零件或组件表面加工出各种贯通或不贯通的圆孔。其中有用胶的或不用胶的用于圆榫结合的圆孔,有用于螺栓或拧入木螺钉的圆孔,有用于在木材上挖掉缺陷(节子)和填补塞子的圆孔,也可以加工出端部与钻头半径相同的圆弧形的槽或榫孔。

木工钻床按照主轴的位置可分为立式钻床、卧式钻床和组合钻床。钻床按照主轴的数目可分为单轴和多轴钻床。单轴钻床只有一根主轴。而多轴钻床钻轴的数目可为数根乃至几十根,有的多达240根。它可分为单面的和双面的;单排的、双排的和多排的;立式、卧式、倾斜式和立卧组合式等多种。立式钻床的钻轴成垂直位置布置,它可分为主轴在工作台上方和下方两种;卧式钻床的钻轴呈水平位置布置,它可分为单面的和多面的,单轴和多轴的;组合钻床是由立式钻床和卧式钻床组合而成。

此外,还有一些特殊用途的专用木工钻床,如深孔钻床、吸音板钻床等。

在GB 12448—90中木工钻床的类别代号为MZ,读作木钻。其组系代号如下:在其立式多轴钻床中,立式多轴木工钻床代号为MZ41,立式多轴可调木工钻床代号为MZ42。立式单轴钻床中,立式单轴木工钻床代号为MZ51,台式木工钻床代号为MZ59。在卧式钻床中,卧式单轴木工钻床代号为MZ61,卧式多轴木工钻床代号为MZ64。在多轴排钻床中,单排多轴木工钻床代号为MZ71,双排多轴木工钻床代号为MZ72,多排多轴木工钻床代号为MZ73。在专用钻床中,节疤钻床代号为MZ80,单轴圆榫孔钻床代号为MZ81等。

第一节 单轴木工钻床

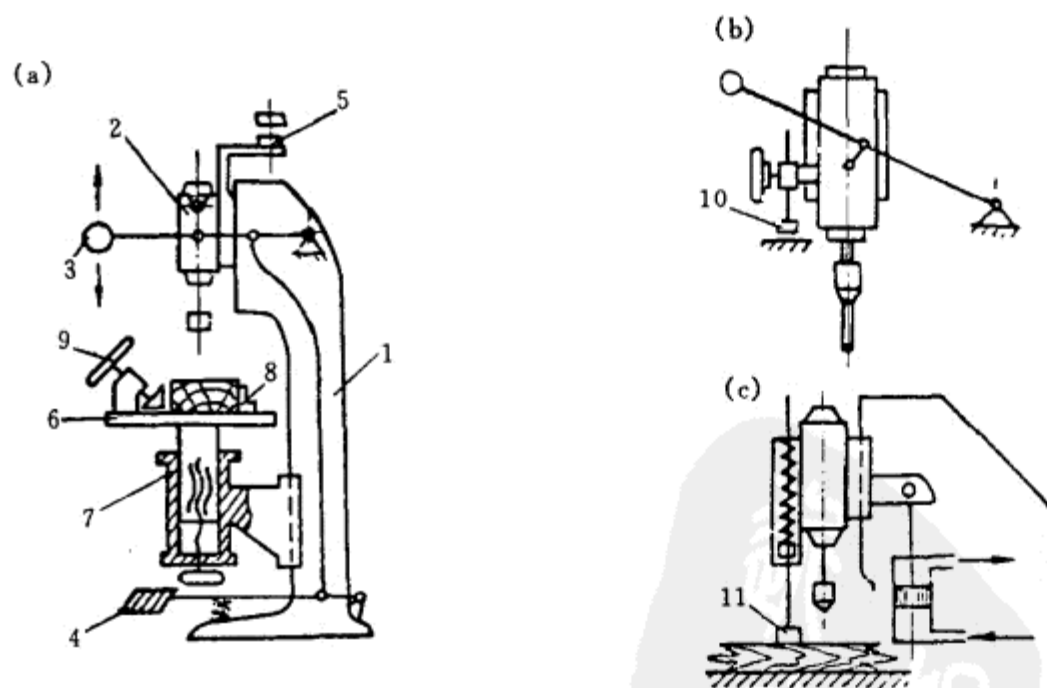


图 6-1 立式单轴木工钻床示意图

(a) 立式单轴木工钻床示意图 (b) 主轴驱动采用变频电动机

(c) 刀架采用液压传动的自动进给装置

1—床身 2—电动机 3—手柄 4—踏板 5—挡块 6—工作台
7—升降机构 8—导尺 9—手轮 10—行程限位器 11—弹簧压紧装置

国内单轴木工钻床应用较为普遍,主要用于在工件上钻削一定深度和直径的圆柱孔。它适用于木材加工企业和其它企业的木工车间使用。

图6-1所示为立式单轴木工钻床的示意图。机床具有流线型的向外探伸的床身[图6-1(a)],在床身上部装有垂直的主轴刀架2,它能在手动杠杆(手柄)3、踏板4或者在机械化装置的驱动下,使刀架沿导轨垂直移动,进给行程由挡块5控制。加工零件装

夹在工作台6上,升降机构7可调整工作台的高度,在工作台的侧面有导尺8和夹紧器9。

钻床的刀架结构取决于主轴的传动方式。一种是直接传动,它采用专用的加长轴电动机驱动,转速为3000r/min;或者采用变频电动机[图6-1(b)],转速可达6000~12000r/min,电动机功率为1~2kW。另一种是皮带传动,国产MK515型(按新国标应定为MZ515型)立式单轴木工钻床是采用皮带传动的。

钻床的进给行程一般为100~150mm左右。根据进给方式不同可分为手工进给和机械进给两种。主轴由皮带传动的钻床,其进给运动一般是通过手柄或踏板控制杠杆机构来实现。在这种钻床上,是由装在主轴端部的钻头对着固定在工作台上的工件作轴向移动来实现进给的,其优点是主轴移动所需要的动力不大;也可以装钻头的主轴部件支架不动,而由带工件的工作台向着钻头移动来实现进给。由电动机直接带动主轴的钻床,优点是结构紧凑,没有皮带传动所固有的缺点,但带电动机的主轴部件移动时所需要的力,显然要比仅移动一个主轴部件所需要的力大。图6-1(c)为液压传动的自动进给装置示意图,优点是可大大降低劳动强度。调节行程限位器即可控制钻孔的深度。为了平衡主轴,可采用重锤装置或弹簧装置。

钻床的工作台有不同的结构,有固定的或可升降的。某些钻床为适应工艺的需要,工作台能水平回转某一角度,或者倾斜某一角度,同时工作台应具有水平方向(纵向或横向)、垂直方向的调节机构。在钻床工作台上除有丝杆螺母或偏心的夹紧装置外,还有采用液压或气压的夹紧装置。

图6-2所示为国产MK515型(按新国标应定为MZ515型)立式单轴木工钻床的外形图。它主要由床身、工作台及升降机构、主轴、操纵机构、夹紧器等组成。

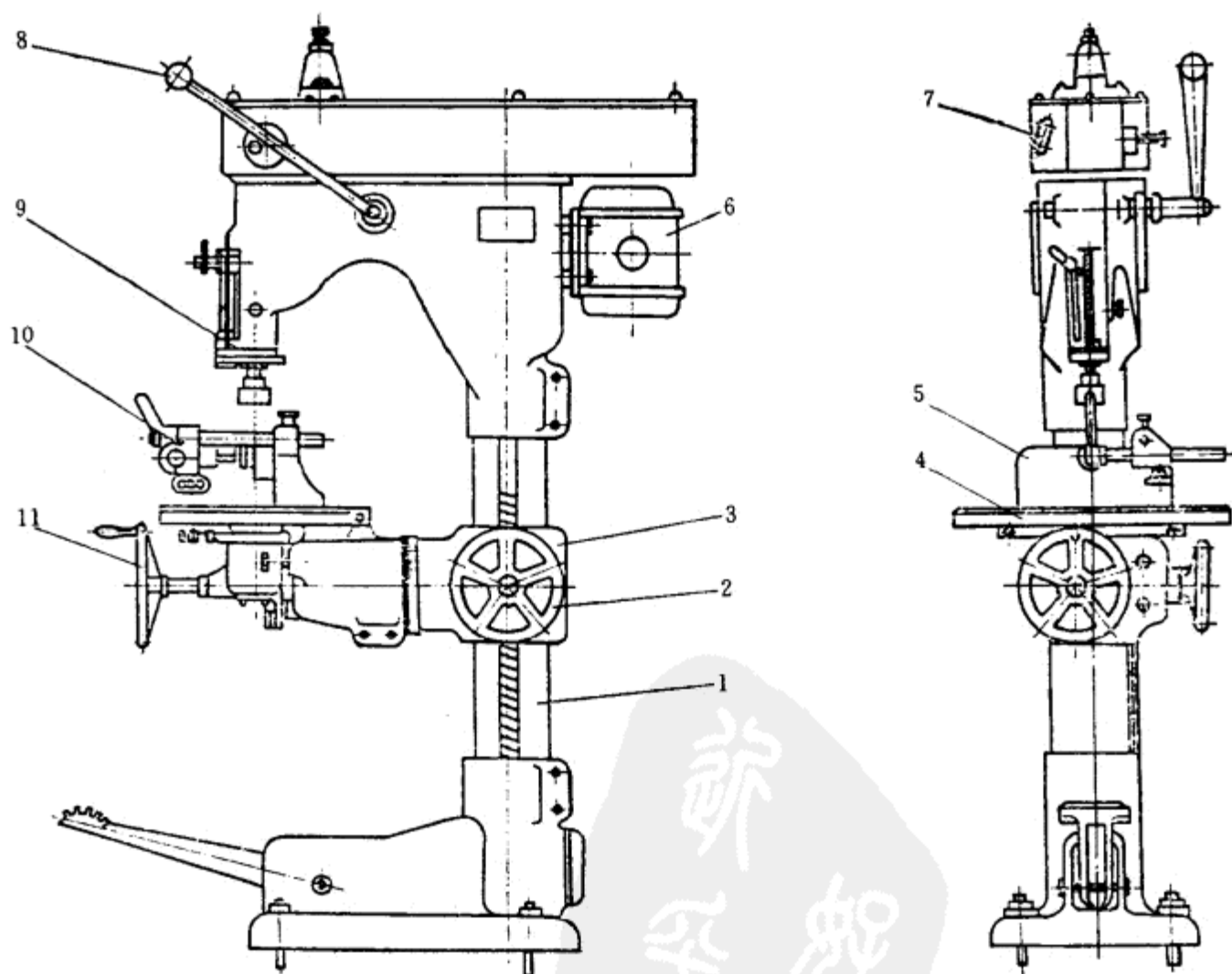


图 6-2 国产MK515型立式单轴木工钻床外形图

1—床身 2、11—手轮 3—工作台升降机构 4—活动工作台 5—导尺
6—电动机 7—制动器 8—手柄 9—主轴 10—偏心夹紧器

床身1为铸铁组合结构,由底座、立柱、机头等组成。在床身立柱上装有工作台升降机构3,转动手轮2,通过蜗轮蜗杆及齿条传动,可使活动工作台沿床身立柱作垂直移动,从而使工作台的高度得到调整,以适应不同规格工件钻孔深度的要求。

活动工作台4固定在工作台升降机构3上,其横向移动是按需要转动手轮11,通过两级齿轮及齿条传动来实现,以便进行长的榫槽加工。如需钻、铣各种角度的孔或槽,只需松开螺钉,活动工作台即可沿托座的圆柱与工作台升降机构旋转成任意角度,工作台倾斜的角度可在标尺上显示出来。铣槽的长度可转动工作台后面的调整螺钉得到控制。工作台上的导尺(靠山)5用于工件的快速定位,偏心夹紧器10用以夹紧工件。

主轴9的下端装有钻头夹具,上端装有平皮带轮,主轴9由两个单列向心球轴承支承在套筒上,并由电动机6及无接头帆布带来传动。主轴套筒装在床身的滑套内。工作过程中,主轴的升降可通过脚踏板12或装在床身1上部右侧的手柄8来操纵,使主轴套筒沿滑套作垂直移动。变换皮带在塔形皮带轮上的位置,可使主轴得到2900、4350r/min两种转速。

工作中需要紧急停车时,先切断电源,然后扳动制动器7,主轴可立即停转。

机床主轴电动机的开动或停止是由按钮来实现的。

图6-3所示为钻孔深度调整装置示意图。钻削不贯通孔时,根据工艺要求,松开手柄3,使指示器4沿导杆5上升或下降,并对准固定在床身上的标尺6的刻度,然后拧紧手柄3。工作时,指示器4和导杆5与主轴套筒同时向下移动,直至指示器4碰到挡块2为止。同时还要将工作台调到适当的高度,然后进行钻削,即可保证钻孔的深度。

图6-4所示为MK515型立式单轴木工钻床的传动系统图。它是由功率为1.5kW的电动机通过无接头的帆布带8直接带动主轴3回转。主轴变速由塔轮7实现。

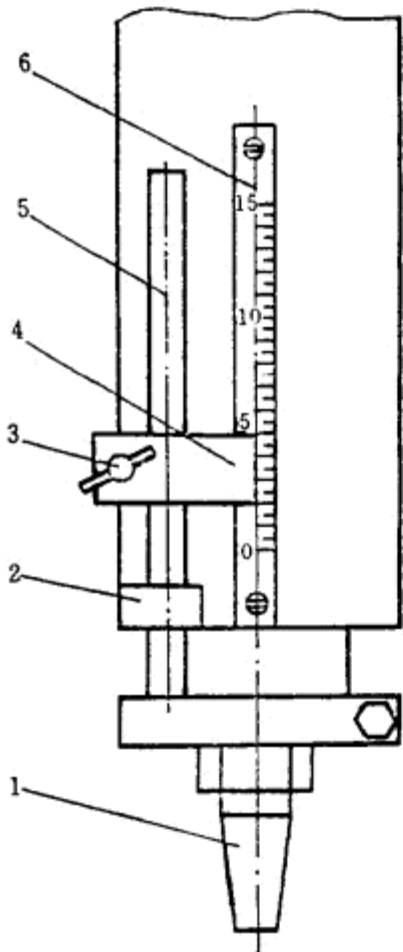


图 6-3 钻孔深度调整装置示意图

- 1—主轴 2—挡块 3—手柄
4—指示器 5—导杆 6—标尺

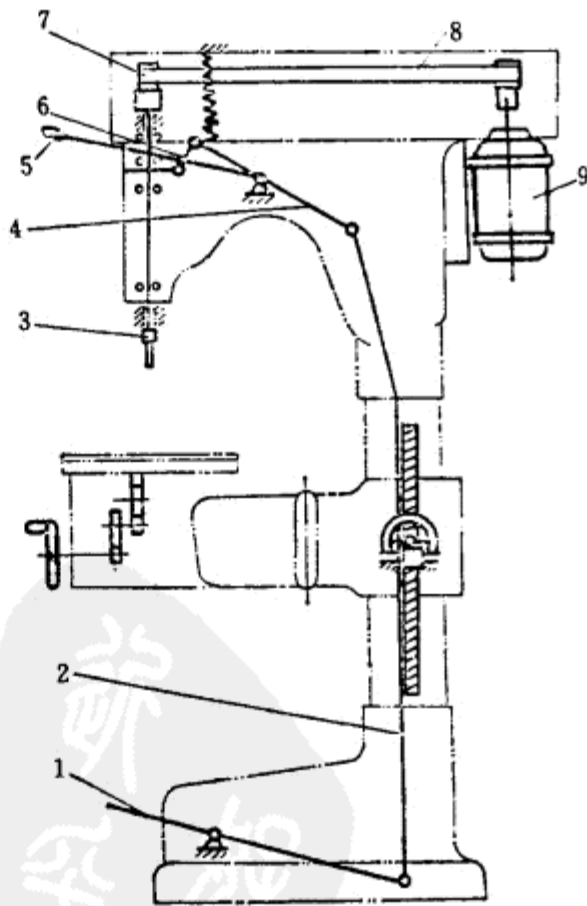


图 6-4 国产MK515型单轴木工钻床传动系统图

- 1—踏板 2—拉杆 3—主轴 4—杠杆 5—手柄
6—连杆 7—塔轮 8—帆布带 9—电动机

主轴的升降进给运动可由两种方法操作,一是用脚踏板1,通过拉杆2,杠杆4,连杆6带动主轴3升降;二是用手扳动手柄5,直接通过杠杆4,连杆6带动主轴3升降。在不工作时,由弹簧7使主轴及操纵手柄等始终停留在钻床的上方。

MK515型立式单轴木工钻床的主要技术参数为:最大钻孔直径50mm,最大钻孔深度120mm,钻槽最大长度200mm,主轴转速2900、4350r/min,工作台垂直移动量400mm,工作台回转角度 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$,电动机功率1.5kW,转速2860r/min。

第二节 多轴木工钻床

多轴木工钻床主要用于在零件或组件表面、侧面加工出若干个圆孔。按照钻轴控制方式不同,可分为:集中控制和单独控制两种;按钻轴位置不同可分为:立式的、卧式的和立卧组合的;按钻轴中心距是否可调,分为主轴中心距固定的和可调的两种。

一、主轴中心距可调的多轴木工钻床

图6-5所示为主轴中心距可调的立式多轴木工钻床示意图。

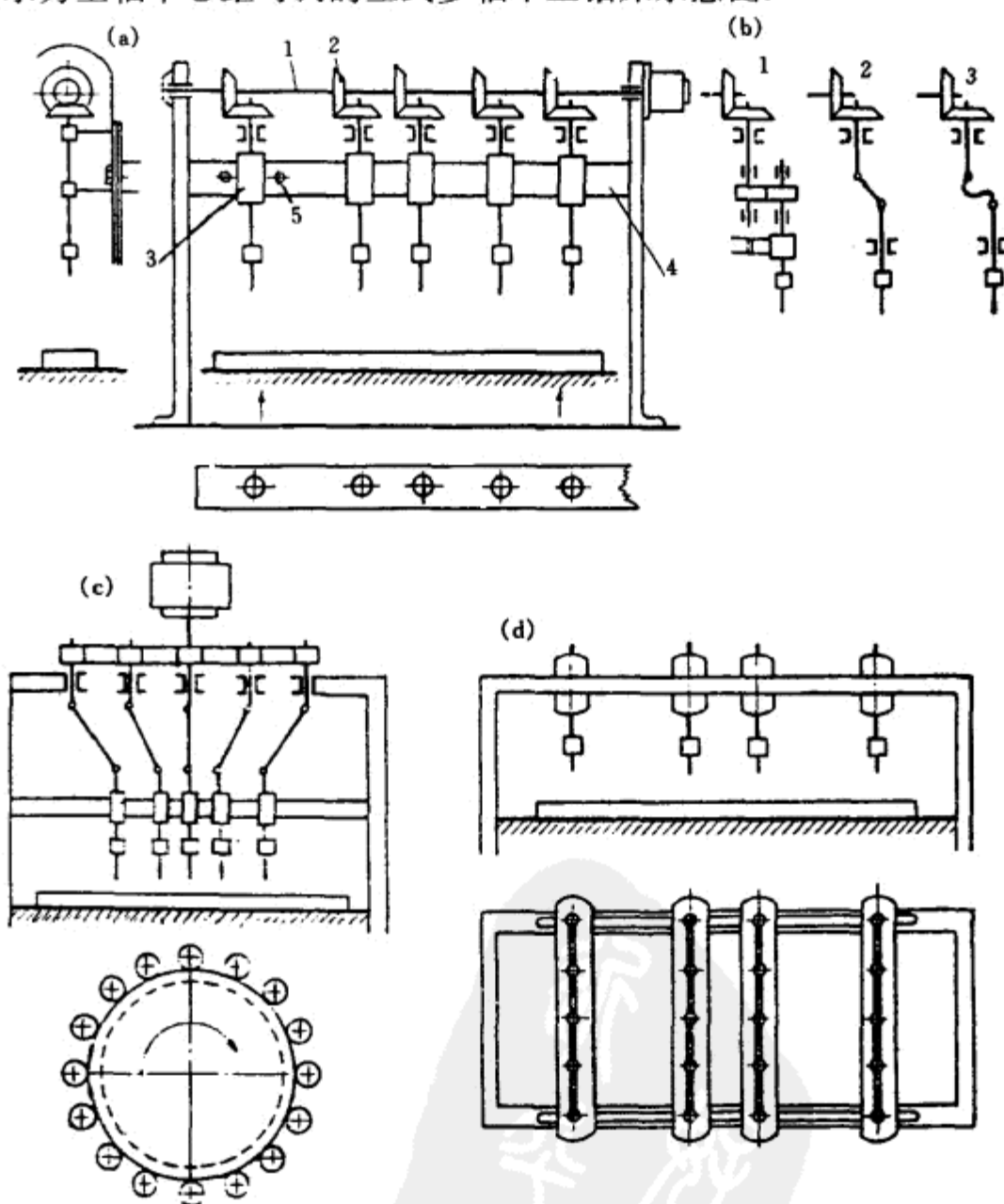


图 6-5 主轴中心距可调的立式多轴木工钻床示意图

- (a) 立式单排多轴木工钻床 1—分配轴 2—锥齿轮副 3—定位套筒 4—横梁 5—螺钉
 (b) 钻轴传动方式示意图 1—圆锥齿轮副传动 2—双头万向节传动 3—软轴传动
 (c) 钻轴成圆形配置并可集中排列的多轴木工钻床 (d) 多排木工钻床

图6-5(a)所示为立式单排多轴木工钻床,水平分配轴1经锥齿轮副2或者螺旋齿轮副带动各轴回转。而钻轴又能沿分配轴的导向键移动,以调整钻轴间的距离。图6-5(b)为双排或多排木工钻床,钻轴的传动有三种不同的方式:第一种是通过圆柱齿轮副1来传动;第二种是由双头万向联轴节2来传动;第三种是由软轴3来传动。这些传动方式,主轴既可沿分配轴轴向移动,又可在活动半径范围内任意调整钻轴之间的位置,然后将钻轴套固紧在横梁上。图6-5(c)为钻轴呈圆形配置并可集中排列的多轴木工钻床,其分配轴由垂直安装的电动机来实现传动,与分配齿轮相啮合的若干个小齿轮的轴,通过万向联轴节或软轴将运动传到固定在横梁上的钻轴上。图6-5(d)用于加工大面积板材、拼板或木框的多排木工钻床,钻轴是由单独电动机传动或是气压传动的。

钻轴间距离的调整方式主要有螺栓型、丝杆型和导板型等。螺栓型即用方头螺栓将轴套固定在带T型槽的横梁上,松开螺母后,可使轴套沿横梁移动,到位后再重新锁紧螺母。采用这种结构的钻削主轴及横梁等往往都已标准化,根据不同的工艺要求,可以方便地组合出各种用途的多轴木工钻床;丝杆型即钻套轴上燕尾槽与横梁上的燕尾形导轨相配,通过丝杆螺母机构使钻削主轴沿带燕尾形导轨的横梁移动。这种调整方式比螺栓式方便,但仅能在一个方向上进行调节。导板型即各主轴的位置由导板来决定,所以钻轴的定位精度较好。

表6-1为木工钻床的主要技术参数。

表 6-1 木工钻床的主要技术参数

机床参数名称	立式单轴手工进给	立 式 多 轴					单面卧式		双面卧式		钻轴能转动的单面单排多轴钻
		单排的	多排的	钻轴圆形集中配置的	框架式的大幅面钻孔	钻轴能单独控制的	单轴的	多轴的	单轴的	多轴的	
钻轴数目/个	1	5~12	12~30	到70	8~16	3	1	2~8	2	4~16	12~24
钻轴间最小距离/mm	—	30	12~30	12~30	30~150	—	—	12~30	—	30~130	30
钻头最大直径/mm	50	25~100	25~100	25	10~16	75	25	8~16	50	8~16	—
钻孔最大深度/mm	120	100~150	100~150	100	50	100	50	50	50	50	75
钻轴转速/r·min ⁻¹	3000	2000~	2000~	3000~	3000~	2000~	3000	3000	3000	3000	3000
		3000	3000	6000	6000	3000		3000	3000	3000	3000
进给速度/m·min ⁻¹	手工	—	20~30 ^①	20~30 ^①	1~3	手工	—	1~3	1~3	1~3	1~3
总功率/kW	1~2	4~10	8~15	15~20	4~8	2~3	0.5	1~4	1	2~8	5~10
一个钻轴的功率/kW	—	0.5~1	0.8~1	0.2~0.3	0.4~0.5	—	0.5	0.4	0.4~0.5	0.5	0.3~0.5
质量/kg	2000~4000	13000~	20000~	—	—	7000	—	—	—	13500	90000
		23000	45000	—	—	—	—	—	—	—	—

注: ①指每分钟的行程数。

二、主轴中心距固定的多轴木工钻床

随着木工工艺的变革,国外圆棒的大量应用,并逐步取代某些榫结合方式以适应木制品,尤其是板式家具大量生产和流水线生产的需要,多排多轴木工钻床得到了迅速的发展。根据木制品结构和生产工艺的需要,圆棒结合中的圆棒孔中心距大多采用32mm的模数。因此,目前大多数国家生产的多排多轴木工钻床,其钻削动力头上各钻轴间的中心距大多为32mm。日本为了满足客户订货需要,其产品有32mm和30mm两种规格。我国生产的多排多轴木工钻床,其钻轴中心距亦为32mm。

多排多轴木工钻床根据钻轴排数的多少可分为:单排多轴木工钻床,即通常由一组钻削动力头组成,钻轴排成一行;多排多轴木工钻床,一般具有一至二组水平钻削动力头,和若干组上

置、下置垂直钻削动力头。根据水平钻削动力头和垂直钻削动力头配置形式可分为：左下组合型，这类排钻左边具有一个水平钻削动力头，下置一至数个垂直动力头；大型排钻，一般具有左右各一个水平钻削动力头和数个上置或下置的垂直动力头，机架大多数做成龙门型。如意大利比塞(Biesse)公司生产的E-7型自动多排多轴木工钻床，左右两侧各有一个21轴的水平钻削动力头，底座导轨上设有四组下置垂直钻削动力头，其机架为龙门式结构。

图6-6所示为E-7型多排多轴木工钻床的外形图。主要由机架、固定和移动水平钻削动力头、下置垂直钻削动力头、压紧装置、输送带装置、电气控制箱等组成。

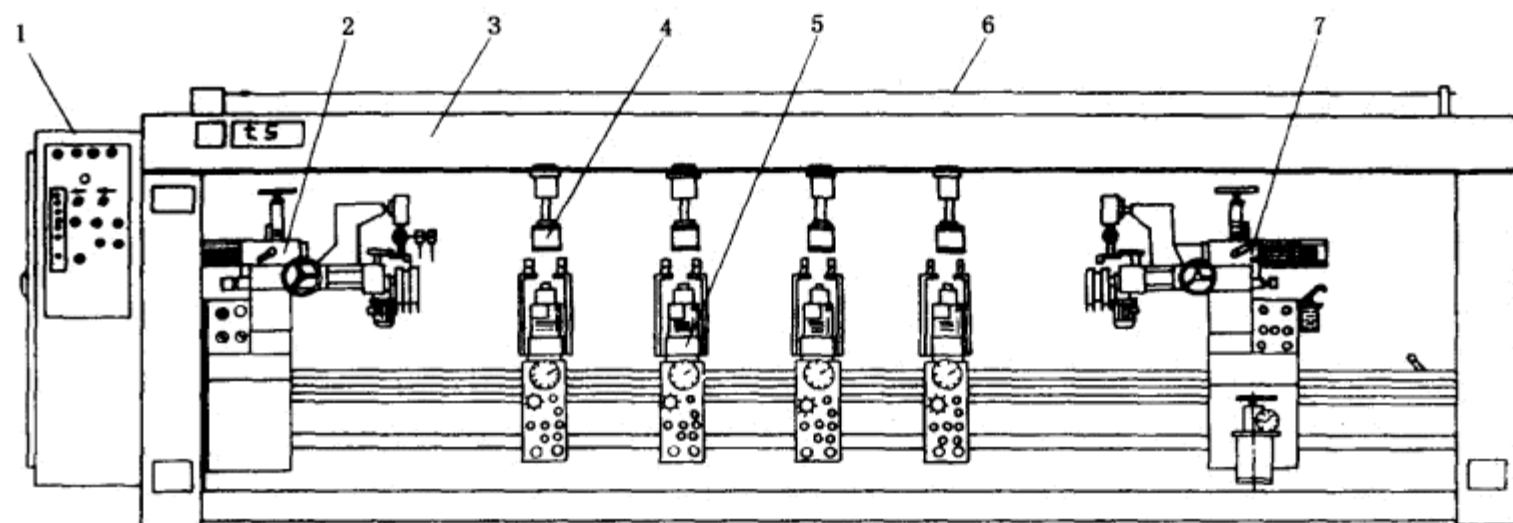


图 6-6 E-7型多排多轴木工钻床外形图

1—电气控制箱 2—水平固定钻削动力头 3—机架 4—压紧装置
5—下置垂直钻削动力头 6—停止开关操纵拉线 7—水平移动钻削动力头

该机床的机架3采用钢板焊接，由左右立柱、上下横梁组成龙门式结构。左面安装有固定的水平钻削动力头2，钻轴箱上排列有21根钻轴；右面的水平钻削动力头7可沿机架下横梁上的导轨左右移动，以适应不同宽度工件的需要。钻轴箱上亦排列有21根钻轴。下置的四组垂直钻削动力头5均安装在机架下横梁上面的导轨上，用套筒手柄可使其沿导轨左右移动，以调节钻削动力头之间的距离。每个钻轴箱上均排列有20根钻轴，所以机床钻轴总数为122根。工件压紧由气动压紧装置4实现。该压紧装置根据需要可在上横梁上左右移动。操作时只需人工将工件放到送料运输带上，而工件的送进、定位、压紧、钻孔、松夹、后挡块的抬起、输送带重新启动并将工件送出，均为自动进行。为了确保操作安全，当机床一旦出现故障，只要拉动停止开关操纵拉线6，整个机床将迅速停止工作。

该系列机床各部件通用性极强。如将E-7型去掉输送带装置即简化为R-6型半自动多排多轴木工钻床；若换上带有导轨的上横梁，则可在该横梁上装置若干组上置垂直钻削动力头，用以对工件的上表面进行钻削加工，即变为T-8型自动多排多轴木工钻床；根据需要还可以在机床的后侧增设若干组水平动力头，能使工件在一个工位上完成两个端面、一个侧面以及底面等四个面上的孔加工。该机床的“三化”水平较高，组合非常灵活，所需的钻轴多寡、控制方式等均可根据客户要求来进行配置，甚为方便。装上圆棒涂胶装入机还能组成钻孔—涂胶—圆棒装入联合机。

图6-7所示为E-7型多排多轴木工钻床水平固定钻削动力头外形图。

钻轴箱1安装有21根钻轴，由电动机6通过花键轴、联轴器使一主动钻轴旋转，然后通过多

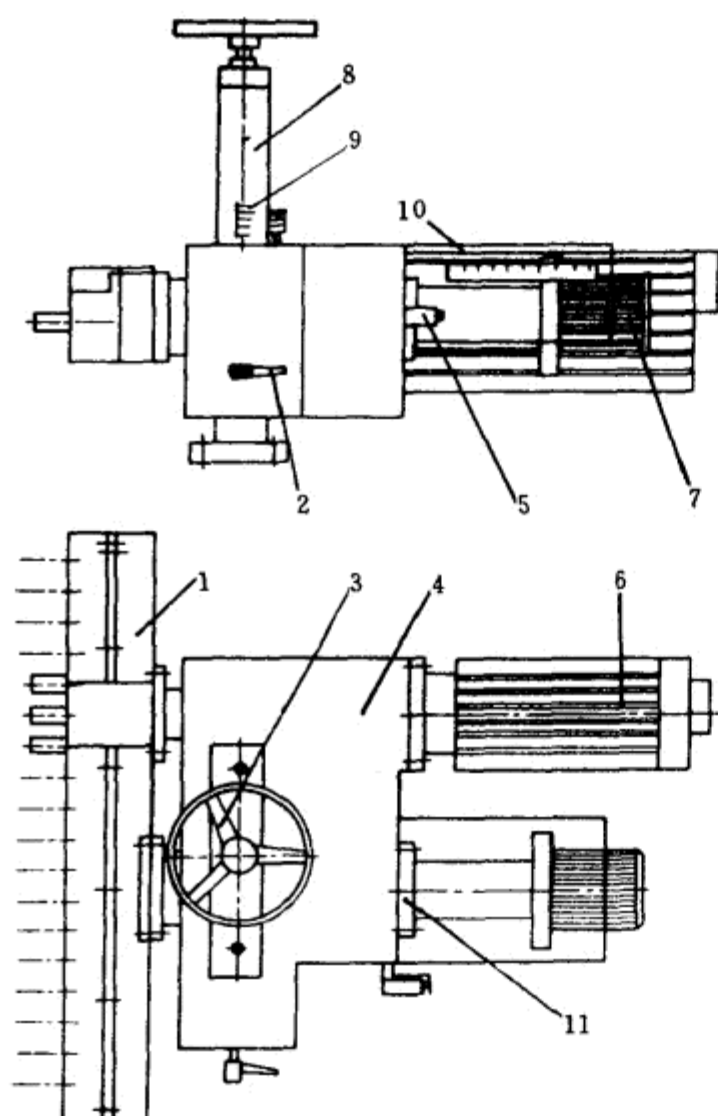


图 6-7 E-7型多排多轴木工钻床水平固定钻削动力头外形图

- 1—钻轴箱 2—手柄 3—手轮 4—支座 5—限位开关
6—电动机 7—钻削深度调节旋钮
8—圆柱形导轨 9—标尺 10—玻璃罩 11—气缸

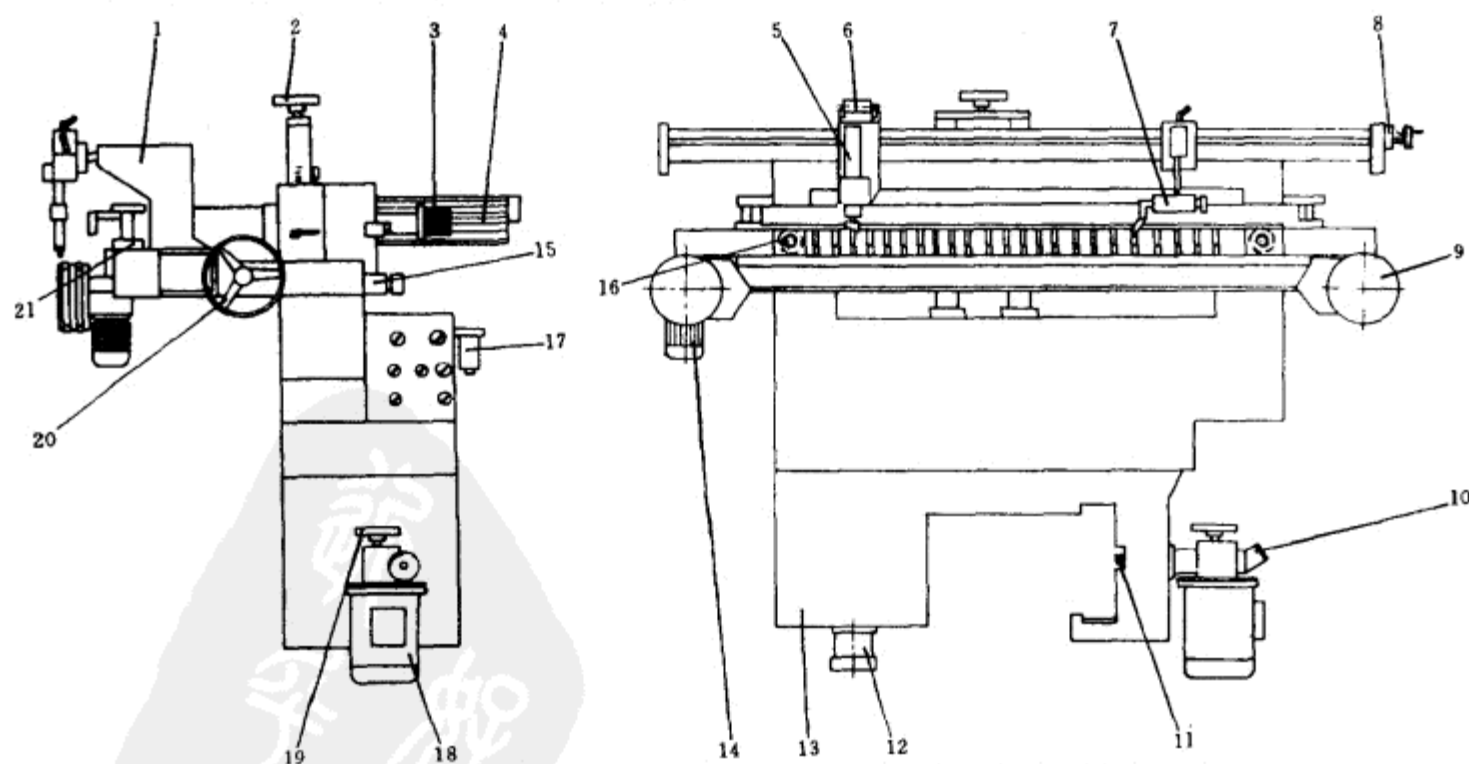


图 6-8 E-7型多排多轴木工钻床水平移动钻削动力头外形图

- 1—支架 2, 19, 20—手轮 3—旋钮 4, 14, 18—电动机 5, 6, 7, 12, 15, 16, 21—气缸
8, 10—移动距离计数器 9—输送带带轮 11—小齿轮 13—钻削动力头底座 17—手动泵

对齿轮分别驱动各钻轴。由于采用外啮合齿轮传动,故各相邻钻轴的旋转方向相反,而相间钻轴旋转方向相同,所使用的钻头有左旋和右旋之分,往往涂以不同颜色以示区别。钻轴箱水平方向的进给由气缸11实现,钻削深度可通过旋钮7调节。钻轴箱的进给速度可通过控制板上节流阀的旋钮调节。限位开关的作用一是钻削行程结束时,控制气动换向阀换向;二是发讯号给时间继电器,控制钻轴箱返回到原位的时间。钻轴箱1高度位置的调节,可通手轮3、丝杆螺母机构,使其沿两根圆柱形导轨8垂直升降,调整值可由标尺9示出。调整时应注意相应手柄2的放松与锁紧。

图6-8所示为E-7型多排多轴木工钻床水平移动钻削动力头外形图。

水平移动钻削动力头钻轴箱高度位置的调整和钻削深度的控制均同于水平固定钻削动力头,故不再重复。为了适应不同工件宽度加工的需要,该动力头可以在下横梁的导轨上左右移动。该运动由电动机18,通过蜗轮蜗杆减速后带动小齿轮11,小齿轮与机床导轨前面的齿条相啮合,故当齿轮回转时,即带动水平钻削动力头沿导轨移动,移动距离可由计数器读出。手轮19用于精确调整,调整精度为0.1mm。

水平移动钻削动力头中设有侧向定位压紧装置,安装在支架1内的两只水平气缸16可推动梳齿板水平左右移动,使工件靠紧在右侧固定基准梳齿板上精确定位。前、后的定位与压紧,分别由安装在两只气缸5上的后挡块和两只气缸7上的前推头实现。后挡块气缸安装在可沿导轨移动的滑块上,滑块位置可由手柄通过丝杆调整,锁紧由气缸6实现。调整时必须使两只后挡块保持在左右同一直线上。当工件由输送带送进碰到前面一只微动开关时,输送带停止运行,工件靠惯性继续运行至后挡块,并接触后一个行程开关,此时前面带推头的气缸动作,将工件定位和压紧。气缸7活塞杆上的推头可允许工件正向通过,故不影响下一块工件的送进。钻孔完毕,两只后挡块必须抬起,输送带运转,使工件送出。两只微动开关安装于右侧气缸滑座的导轨上,后一只微动开关,需控制工作循环的启动,安装时必须距后挡块约80mm。

为了保证工件准确地定位和压紧,在左右梳齿板的上方设有垂直压紧板,每边的上压板分别由两只气缸21带动上下移动。当工件左右长度尺寸较小时,直接使用这两块上压板即可;当加工工件长度尺寸较大时,可根据需要在上横梁下面增设气动压紧块,压紧气缸的气管可直接装于上横梁的预置接头上。为了防止加工大幅面板件的变形,在每组下置垂直钻削动力头钻轴齿轮箱两侧均可安装支撑杆,使气动压紧块压紧时,工件的下面获得必要的支撑。

输送带分别装于左右水平钻轴箱上,每边的输送带由三段组成,前后两段使用时可升起与中段成一平面,供组成自动生产流水线使用,不用时可放下。三段输送带由同一电机14经蜗轮蜗杆减速后带动,输送带运行速度为57m/min。中段输送带由两根V带组成,皮带下面与支撑板间安装四只带圆柱销的弹簧支撑装置,使输送带在运送工件时,皮带上表面略高于工作台面(梳齿板平面)。当上面气动压紧装置压紧时,弹簧压缩,皮带下降,使工件下表面与工作台、支撑杆接触,以减小工件变形。每边输送带均可进行水平左右位置的调整,在松开锁紧手柄后,转动手轮20,轴上的齿轮使齿条产生移动,致使与齿条相连的输送带一起移动。输送带支架通过销轴安装在方形导轨上表面的槽中,如将传动轴和离合器分开,并由气缸推动输送带支架绕销轴回转90°,此时皮带轮轴线将由水平转至垂直位置,可保证下置垂直钻削动力头能移至水平钻削动力头下面,使两排水平钻削动力头之间调至最小距离。

E-7型多排多轴木工钻床设置有四组下置垂直钻削动力头。其中两边的钻轴齿轮箱为整体式结构,钻轴数量各为20根,均由一只电动机驱动,垂直钻轴齿轮箱之间的距离根据需要可以调整,同时还可绕其本身钻轴在水平面内作旋转调整。中间两组的钻轴齿轮箱为分离式结构。图6-9所示为E-7型多排多轴木工钻床分离式钻削动力头外形图。其中1为后钻轴齿轮箱,2为前钻轴齿轮箱,分别由两只电动机3、9驱动。4为钻削动力头底座,需左右移动调整时,可用手柄插入孔内,通过齿轮齿条机构来实现,调整值可由计数器示出,调整结束后,需用气缸7锁紧。5为导轨间隙调整块,可用螺钉进行调整。支架10用以安装支撑杆。

图6-10为E-7型多排多轴木工钻床分离式钻轴齿轮箱结构示意图。1为钻轴齿轮箱,由前后两组组成,每组设置10根钻轴,分别由电动机6、11,通过锥齿轮副8驱动使之回转。钻轴与传动轴间采用联轴器9连接,这样便于钻轴齿轮箱的装卸。其余钻轴均由主动钻轴通过多对外啮合齿轮5传动,因此,各相邻钻轴的转向相反。为了前、后两个分离式钻轴齿轮箱在靠紧时其相邻两钻轴的中心距仍为32mm,在钻轴齿轮箱最边上的两根钻轴采用较小齿轮,目的在于尽可能缩小其直径,且箱体上也相应地挖去一块,尽量缩小箱体外形尺寸,但最边上两根轴的转速则高于中间各钻轴。前、后两组钻轴齿轮箱均可各自在水平面内回转,这样可根据钻削方案进行不同形式的组合,以满足加工工艺的需要。前后两组钻轴齿轮箱间的距离可通过左右侧的丝杆7分别调节。12为手柄套筒插孔,用手柄转动丝杆,即可使装有钻轴齿轮箱的电动机滑板沿

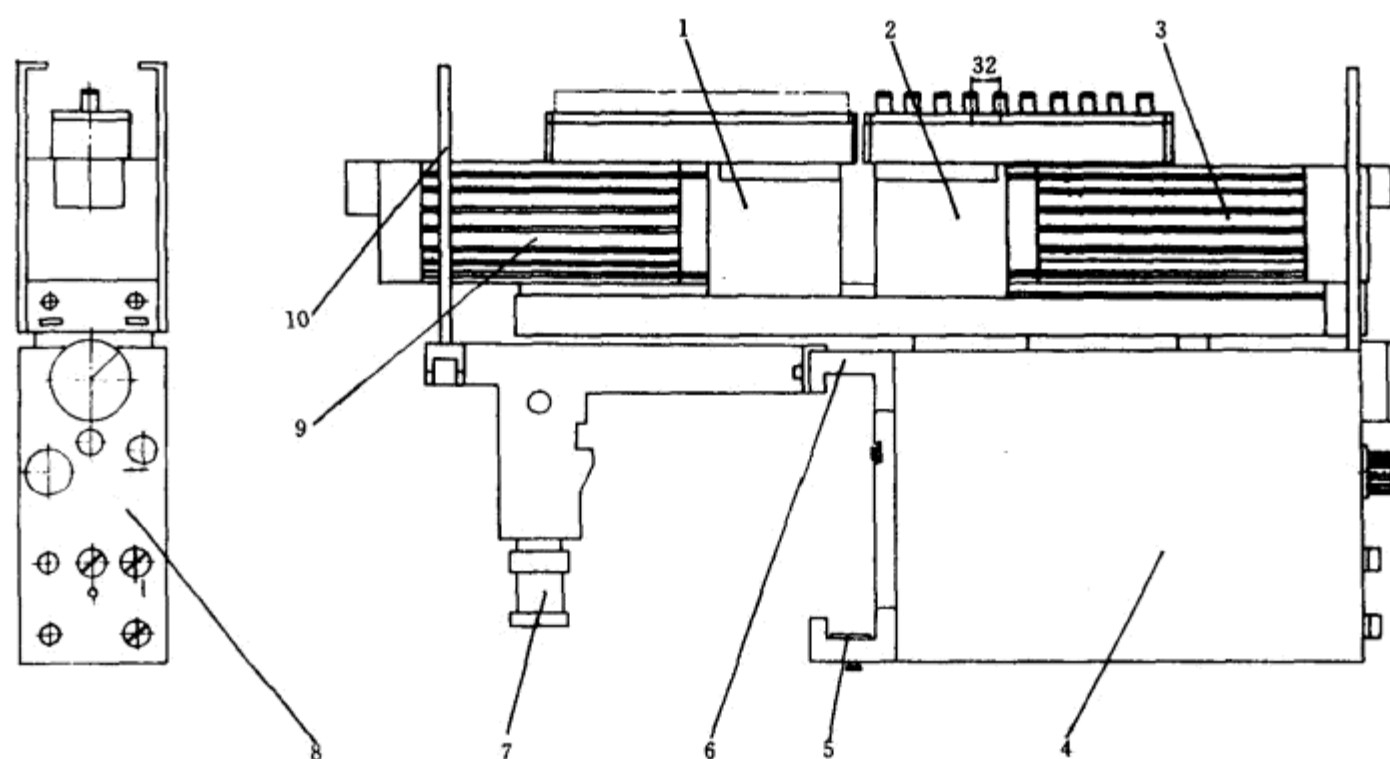


图 6-9 E-7型多排多轴木工钻床分离式钻削动力头外形图

1—分离式后钻轴齿轮箱 2—分离式前钻轴齿轮箱 3、9—电动机 4—底座 5—调整块
6—上导轨槽盖板 7—锁紧气缸 8—控制板 10—支架

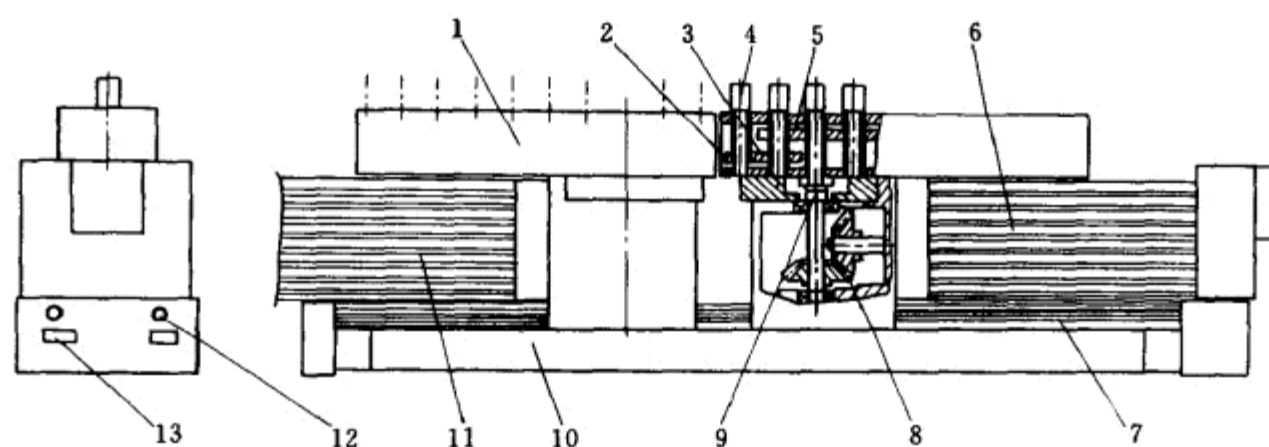


图 6-10 E-7型多排多轴木工钻床分离式钻轴齿轮箱结构示意图

1—钻轴齿轮箱 2、3—齿轮 4—钻轴 5—轴承 6、11—电动机 7—丝杆
8—锥齿轮副 9—联轴器 10—底座 12—手柄插孔 13—计数器

底座10导轨前后移动,移动距离可从计数器13读出。底座10与垂直进给气缸的活塞杆相连,前后两组钻轴齿轮箱电动机均装于同一底座上,故前后两钻轴齿轮箱垂直升降均由同一只气缸实现。随着切削深度的变化,切削阻力也相应变化。因此,在进给气缸侧面装有阻尼油缸,开始钻削时,由于该阻尼油缸未起作用,故钻削进给速度较快,当钻入一定深度时,阻尼缸起作用,使进给速度适当减缓,以满足切削需要。

图6-11所示为E-7型多排多轴木工钻床的气路系统图。图中PR四只单作用气缸分别为左右侧梳齿板上面的压板气缸;BF两只气缸分别为左右侧后挡块气缸;AF两只气缸分别为左右侧前推头气缸;TO两只气缸分别为左边水平固定钻削动力头和右边水平移动钻削动力头进给气缸;BSD为右边水平移动钻削动力头锁紧气缸;AL为左边推动梳齿板进行侧向定位压紧气缸;每组下置垂直钻削动力头,均有一只垂直进给气缸TV和锁紧气缸BT。

机床左侧设置电气控制箱,箱内安装有机床必要的电气元件和所有的操作按钮。

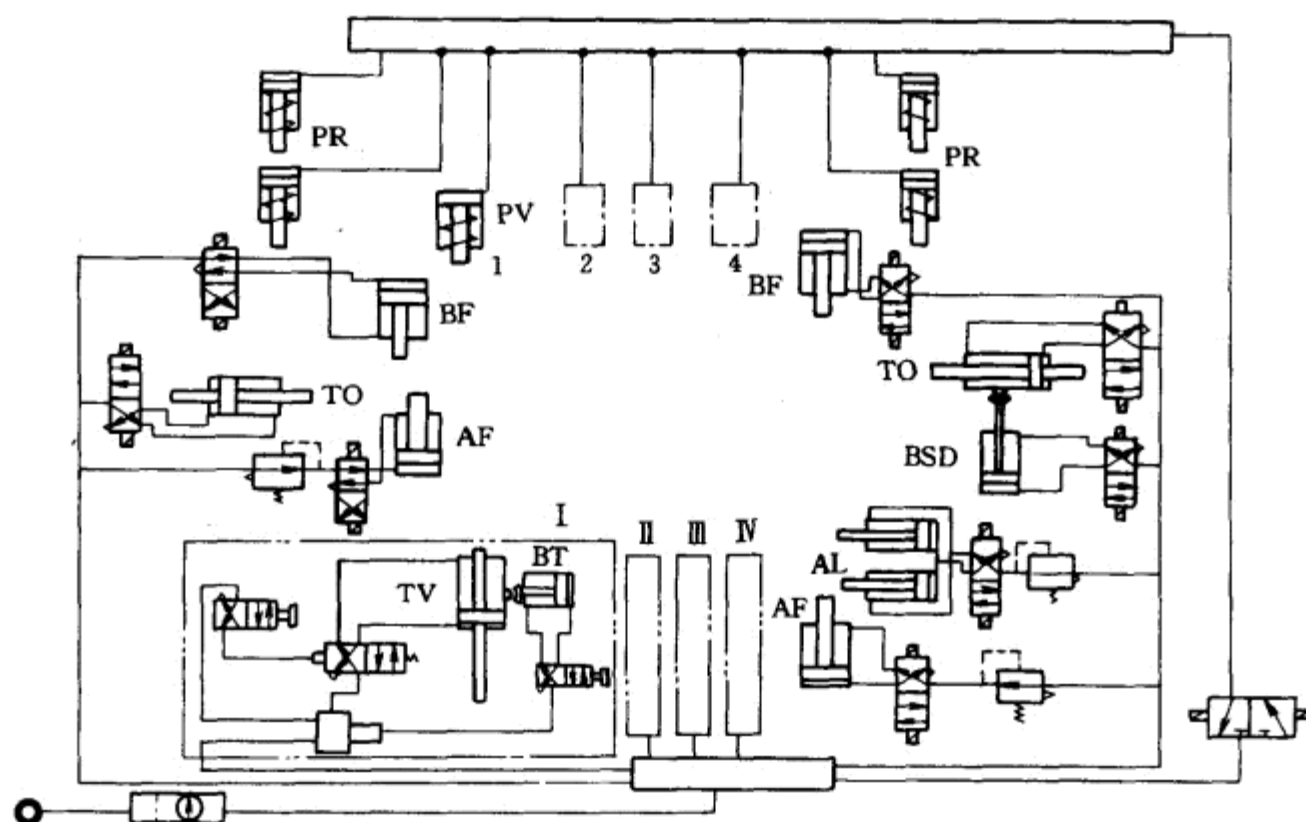


图 6-11 E-7型多排多轴木工钻床气路系统图

意大利Biesse公司生产的E-7型多排多轴木工钻床的主要技术参数如下：钻削能力20~30块/min;左右水平动力头之间的最大加工宽度3200mm;左右水平动力头之间最小加工宽度180mm;两垂直钻轴箱间最小加工宽度150mm;相邻两钻轴标准中心距32mm;运输带电动机功率0.24kW;运输带速度57m/min;右边机头支架电动机功率0.24kW;压缩空气压力0.6~0.7MPa,压缩空气消耗量70L/次循环(六个钻削动力头);外形尺寸(长×宽×高)5165mm×1625mm×1561mm;机床质量23.4kg。

国产多排多轴木工钻床主要技术参数见表6-2。

表 6-2 国产多排多轴木工钻床主要技术参数

技术参数	MKB1816	MZ7320	MK731A	PE2000	BK413	BK423
最大加工尺寸/mm	1800	1800	—	2500	—	—
最大加工厚度/mm	40	40	—	40	—	—
钻孔直径/mm	—	6~12	6~12	6~12	35(最大)	35(最大)
钻轴数量/个	63	3排钻组	—	6排钻组	23	52
钻轴转数/r·min ⁻¹	2800	—	—	—	—	2860
钻孔深度/mm	—	—	55	—	50	50
电机总功率/kW	5.9	4.5	1.5	9.0	1.1	3.0
工作气压/MPa	0.6	—	—	—	0.6	0.6
机床外形尺寸 (长×宽×高)/mm	3100×3200 ×1400	2950×1890 ×1480	1400×890 ×1690	4010×2000 ×1450	1305×905 ×1490	1870×1200 ×1160
机床质量/kg	1000	1500	610	1800	550	630
生产厂家	青岛木工机械 总公司	牡丹江木工 机械厂	牡丹江木工 机械厂	牡丹江木工 机械厂	中国信阳木工 机械厂	中国信阳木工 机械厂

三、其它多排多轴木工钻床简介

(一) 钻削动力头钻轴轴线位置可调整的单排多轴木工钻床

图6-12所示为意大利连奴·布雅图(Lino Busellato)公司生产的Unibohr2000型单排多

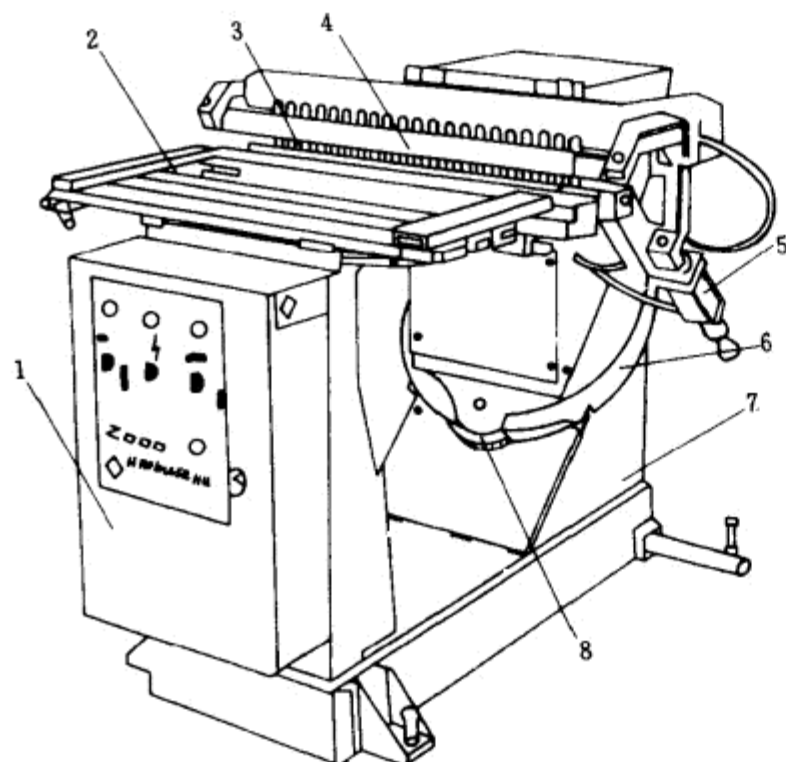


图 6-12 Unibohr 2000型单排多轴木工钻床外观图

1—电气控制部分 2—工作台 3—钻削动力头 4—压紧装置
5—气缸 6—转盘 7—床身 8—齿轮副

轴木工钻床的外观图。该钻床设计独具特色。钻削动力头3配置在倾斜45°的转盘上,转盘6由0.37kW的电动机通过蜗轮蜗杆减速,经齿轮副8带动旋转,它转过一定的角度即可使钻削动力头从水平位置变成垂直位置,反之亦然,由于靠近钻削动力头的支承台面做成直角形并随钻削头一起可作旋转调整,因而直角形的两面可在水平钻削和垂直钻削时各用一面,而另一面正好是工件的导尺(靠山)。当钻削头处于水平位置时,钻轴中心离工作台面2的距离可以调节,反映到工件上即为面板端面孔中心至板下面的距离;该距离即为钻削动力头处于垂直位置时钻轴中心离导尺面的距离,反映到工件上即为侧板边沿各孔中心至其端面的距离,从而保证零件准确相配。该钻床压紧装置4亦取45°角位置,故钻削动

力头处于水平或垂直位置时均可使用,工件的压紧由气缸5实现。

意大利莫尔比德尔利(Morbidelli)公司生产的M35A型单排多轴木工钻床,钻轴数为35轴。该钻削动力头可以在垂直位置、水平位置和倾斜一定角度的情况下进行钻削加工。钻轴的倾斜是通过专用电动机进行粗调整,精确位置可通过手轮调节,0°~90°范围内任意角度的钻削均可。该钻床一列35轴钻头是由两台电动机各自独立带动一半钻轴,所以在加工小零件时仅需开动一台电动机。

意大利SCM公司生产的FM系列单排多轴木工钻床,其钻削动力头也可由垂直位置调成倾斜或水平。但它与绝大多数排钻床用齿轮传动的钻削动力头不同,该系列钻削动力头钻轴之间运动和力的传递是依靠链传动,以保证所有的钻轴均同向旋转。因而该机床所用钻头全部为顺时针转向,不需要准备左右两种旋向的钻头,十分方便。

(二) 数控多排多轴木工钻床

数控多排多轴木工钻床主要指可在X、Y或Z方向对钻轴进行数字控制的机床,可以是仅有钻削加工,也可以是钻削与其它方式的组合。

意大利维塔普(Vitap)公司生产的Multiprogram131型数控大型多排多轴木工钻床可配置7~10组钻削动力头,并有微处理机控制的多程序系统。其数控定位部件有:水平钻削动力头,上置垂直钻削动力头,右水平钻削动力头的机动移置,上压紧器,支撑工件用撑条,各定位器,垂直钻削头可旋转分离钻轴箱的移置等。该机床还可以附加中心运输带,便于工件的输送。当机床出现故障时,还能及时表明故障所发生的部位。

某些数控多排多轴木工钻床的数控系统还配备有屏幕显示装置和键盘输入装置,并具有编辑功能,操作者可以随时校正、删除或替换程序的数据,故调整和使用十分方便。

另外,根据工艺需要还可将钻削动力头与其它形式的动力头进行组合,成为数控组合机床,使工件在一次装夹后即可完成铣削、成形、锯切和钻孔等作业,使工件的运输大为减少,并且使工件的加工精度和劳动生产率有了较大提高,特别适用于小批量、多品种家具生产的需要。



第七章 木工榫槽机

木工榫槽机广泛地应用在家具建筑等木制品、木构件中的榫槽加工,是木材机械加工各部门的基本和主要设备之一。

榫槽机按结构和进给方式不同,可分为立式的和卧式的,单轴和多轴的,或手动进料、机械进料和自动进料的。根据切削刀具结构形式不同可分为:打眼机、槽钻床和链式打眼机等。

在GB 12448—90中木工榫槽机的类别代号为MS,读作木榫。其组、系代号如下:在摆动式榫槽机中,卧式摆动榫槽机代号为MS17;在链式榫槽机中,立式单轴链式榫槽机代号为MS20,立式多轴链式榫槽机代号为MS21,卧式多轴链式榫槽机代号为MS26;在普通榫槽机中,卧式单轴榫槽机代号为MS30,卧式多轴榫槽机代号为MS31,长圆榫榫槽机代号为MS32,立式单轴榫槽机代号为MS36,立式多轴榫槽机代号为MS37等。

第一节 单轴立式木工榫槽机

单轴立式木工榫槽机又称方凿榫槽机,俗称打眼机,主要用于方材、木框等零件或组件表面上加工方形或矩形的榫槽。这类机床主要特点是切削刀具采用了内部装有钻头的空心方凿[见图13-1(b)]。加工榫槽时,除了钻头回转运动外,钻头和固定不转的空心方凿还作往复运动。空心方凿把钻头钻出的圆孔凿成方形榫孔(俗称榫眼)。当加工矩形榫槽时,除钻头和方凿作往复运动外,工件还必须作左右横向移动。这种机床加工榫槽的宽度为6~30mm,与其相对应的钻头直径为4~24mm,榫槽的深度为90~150mm。普通榫槽机有立式的和卧式的;单轴和多轴的;手工进给和机械进给的多种。过去一般使用较为普遍的是立式单轴手工进给形式,但现在已逐渐被机械或液压进给方式所代替。

图7-1所示为国产MK362型(按新国标应定为MS362)立式榫槽机的外形图。该机床专用于各种门框和各种木制零件的榫槽加工。

床身1由整体的灰铸铁制造,刀架2上的钻轴由功率1.5kW(3000r/min)的电动机3直接带动。钻轴通过钻帽(轧头)装夹钻头4,空心方凿固定在刀架溜板的端孔上。当操纵手柄10向下扳动时,启动按钮接通进给电动机电路,刀架溜板能沿床身导轨自动垂直往复运动。变速箱9由减速齿轮及三联滑移齿轮等组成,移动三联齿轮的位置,可以得到三种不同的进给速度。当手柄复原时,进给电动机电路被切断,电磁抱闸动作,进给电动机的转轴迅速被制动,使刀架溜板停留在上面的起始位置。

复式溜板7组成的工作台6通过丝杆螺母机构由手轮12调节垂直升降,由手轮13调节纵向位置,而工作台的横向进给由手轮11通过齿轮齿条机构来实现。根据加工的需要,工作台还可作左右各30°的倾斜。在工作台上装有丝杆螺母夹紧器5,以保证零件紧靠导尺并牢固地夹紧在工作台上。工作台两端装有可以调整的定位挡块14,使零件在工作台上迅速定位。

MK362型立式榫槽机的进给电动机在工作时启闭十分频繁,影响电动机的寿命。技术改造中如在榫槽机的传动机构输出轴上安装转销离合器,就能保证进给电动机在连续运转下切断或接通与刀轴溜板的运动联系。

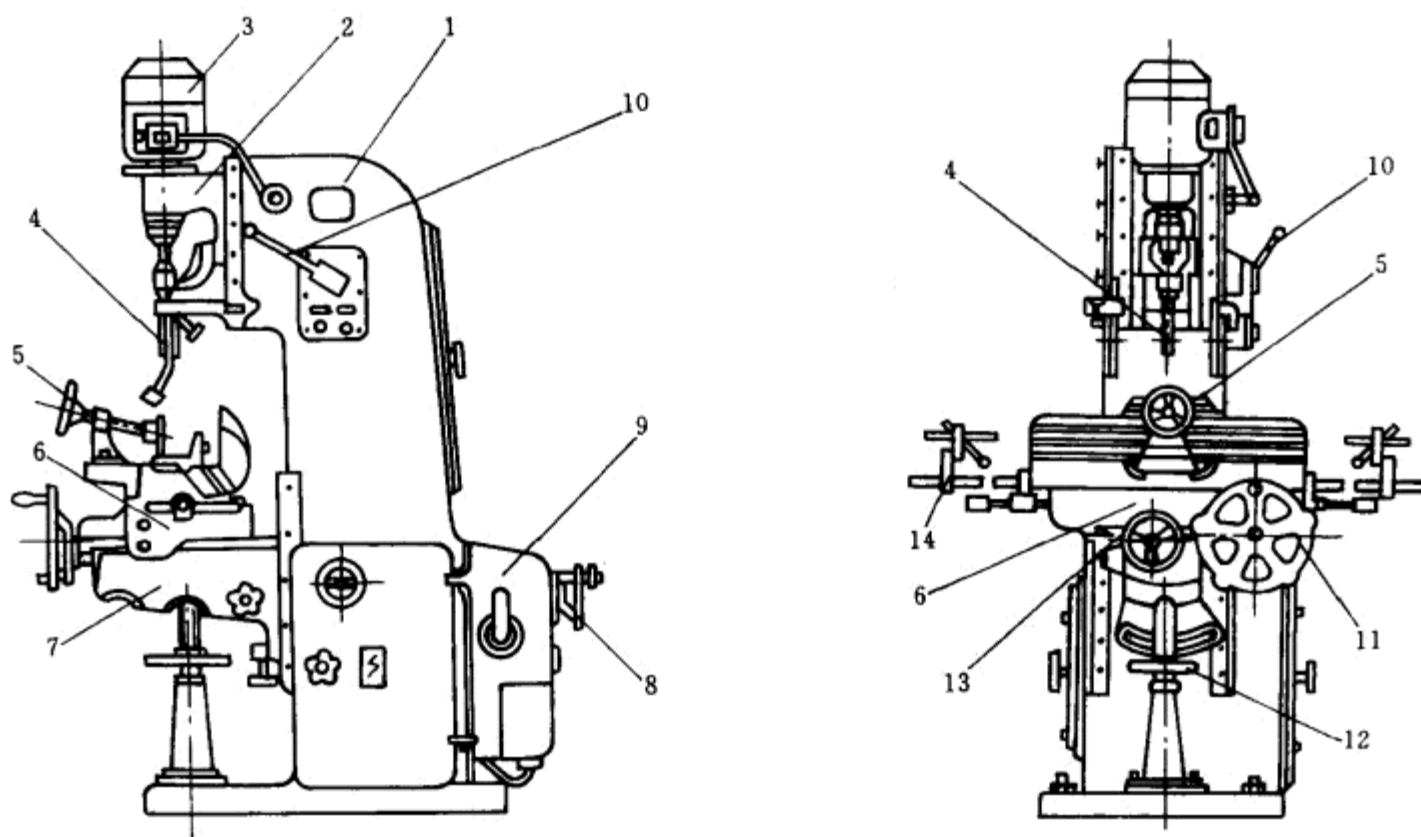


图 7-1 国产MK362型立式槽机外形图

1—床身 2—刀架 3—电动机 4—钻头 5—夹紧器

6—工作台 7—溜板 8、11、12、13—手轮 9—变速箱 10—手柄 14—定位挡块

图7-2所示为转销离合器的结构示意图。它安装在皮带轮1内,并由芯子2、离合器3、轴盖4、销子5及弹簧6等组成。当“刹车开关”松开,其操纵挡块7在伸出位置(实线位置),它抵住销子5,离合器呈脱开状态,皮带轮1空转,钻轴停止垂直升降。当“刹车开关”合紧,其操纵挡块7就脱出,销子5在弹簧6的作用下回转一个角度(图示虚线位置),这时销子的作用相当一个键,皮带轮1通过销子带动芯子2一起转动,从而通过偏心连杆机构使钻轴实现工作进给。若“刹车开关”合紧又随即放松,则离合器接合后,芯子2仅回转一圈就自行脱开,即钻轴只往复一次,加工出一个方孔;若将“刹车开关”持续合紧,则离合器自接合后,芯子2连续转动,钻轴可连续往复运动,不断地实现工作进给,即可加工出所要求的槽长度。

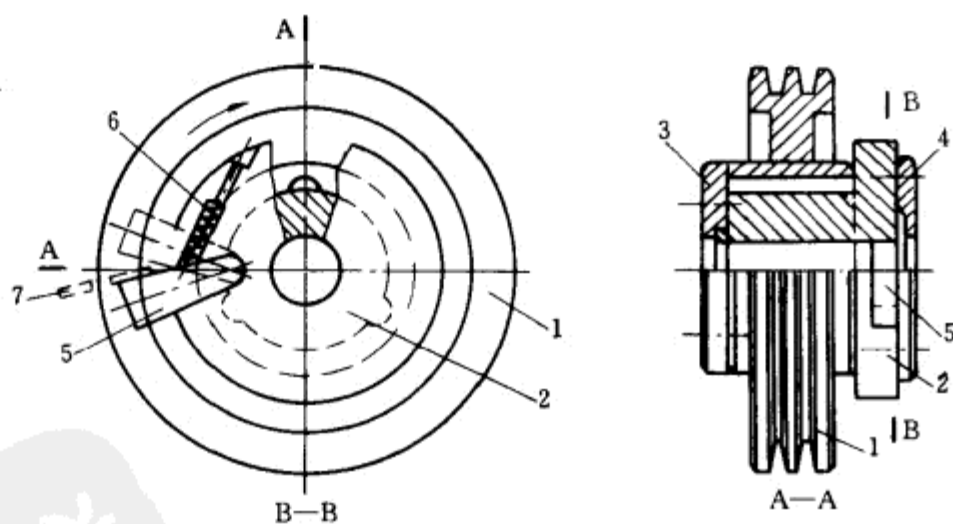


图 7-2 转销离合器结构示意图

1—皮带轮 2—芯子 3—离合器 4—轴盖

5—销子 6—弹簧 7—挡块

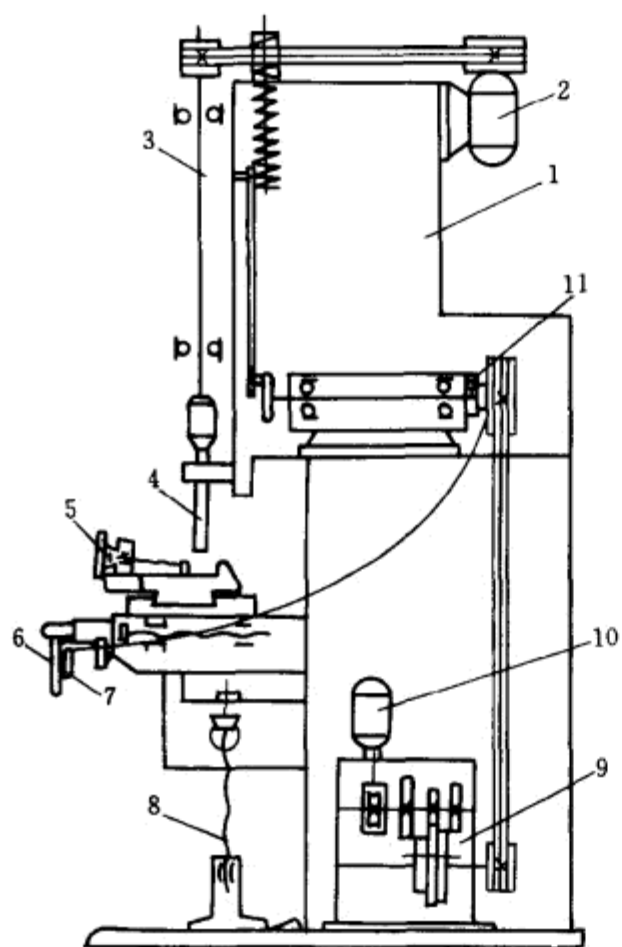


图 7-3 采用转销离合器的立式槽槽机传动系统图

- 1—床身 2、10—电动机 3—钻轴 4—方凿与钻头
5—夹紧机构 6—手柄 7—手把 8—丝杆螺母机构
9—变速箱 11—带轮与转销离合器

图7-3所示为采用转销离合器的立式槽槽机的传动系统图。钻轴3由电动机2通过V带驱动作高速旋转。刀架的往复进给运动由电动机10经蜗轮蜗杆、三联滑移齿轮变速箱9, V带、转销离合器11, 偏心连杆机构实现。7为操纵转销离合器的手把。通过手柄操纵变速箱9中的三联滑移齿轮块, 可得到三种不同的进给速度。

槽槽机刀架溜板的垂直往复运动除上面介绍的机械控制方式外, 还有采用液压传动方式的。图7-4所示为采用液压传动的MK362A(按新国标应定为MS362A)立式槽槽机外形图。主要由床身8、机座1、夹紧器2、工作台3、钻轴刀架5及液压装置等组成。

机床钻轴刀架5上的钻轴, 由电动机6经联轴器直接驱动, 转速为3000r/min。工作台3的纵向调节由手轮12、丝杆螺母机构实现; 左右横向进给是通过手轮14, 圆锥齿轮副, 圆柱齿轮副, 丝杆螺母机构实现。

该机床的钻轴刀架5由升降油缸7带动作垂直往复运动, 它具有运动平稳, 并可无级调速, 工件可自动夹紧等优点。

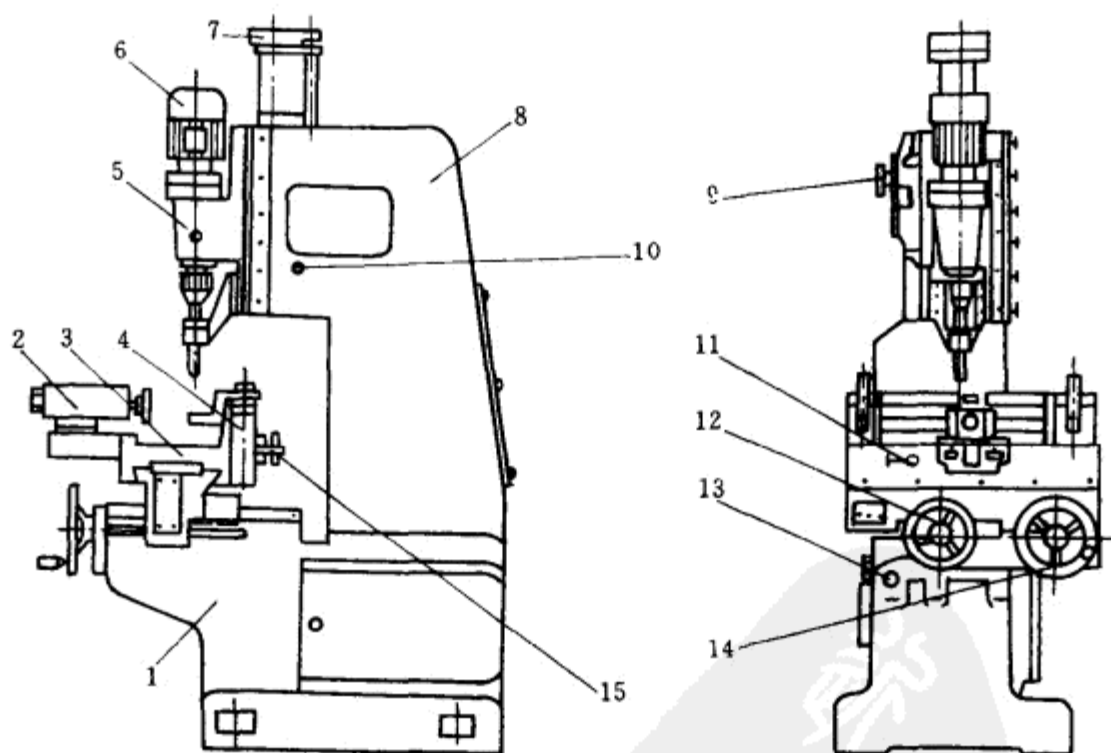


图 7-4 MK362A型立式槽槽机外形图

- 1—机座 2—夹紧油缸 3—工作台 4—压紧油缸 5—钻轴刀架 6—电动机 7—升降油缸
8—机身 9—节流阀开关 10—钻轴座溜板阀杆 11—三位四通转阀 12—纵向进给手轮
13—操纵箱开停阀 14—横向进给手轮 15—关闭阀

表7-1为部分国产榫槽机的主要技术参数。

表 7-1 部分国产榫槽机主要技术参数

技术参数名称	MK361D ^①	MK362 ^②	MK362A ^③	MK322-1 ^④	MSB362	MS362
最大榫槽宽度/mm	8~16	16(硬木), 22(软木)	16(硬木), 22(软木)	20	20	20
最大榫槽深度/mm	70	120	120	120	120	120
最大榫槽长度/mm	170	—	—	—	—	—
机头行程速度/m·min ⁻¹	—	—	3~8(无级)	—	—	—
榫槽冲程数/次·min ⁻¹	—	14, 24, 35	—	—	—	—
工作台纵向移动最大距离/mm	—	520	—	250	—	—
工作台横向移动最大距离/mm	—	100	—	60	—	—
主轴最高转速/r·min ⁻¹	2825	2840	2845	2220~3070	2840	2840
总功率/kW	0.75	3.0	3.7	1.1	1.5	1.5
机床外形尺寸(长×宽×高)/mm	700×850× 1200	—	1245×705× 1900	1980×1320× 1030	1000×1000× 1850	1000×1000× 1700
质量/kg	260	约750	1150	900	—	—
生产厂家	牡丹江木工 机械厂	—	上海木工 机械厂	浙江海宁木工 机械厂	江苏省东台 家具机械厂	江苏省东台 家具机械厂

注: ①、②、③、④按新国标类别应改为MS。

第二节 槽 钻 床

槽钻床用于在零件或组件表面上加工出端部呈圆弧形的榫槽或榫孔, 它是由既能钻孔又能铣槽的立铣刀具来完成榫槽加工[见图13-70(a)、(b)、(c)]。除了刀具的回转运动和轴向进给外, 它还应具有工件与刀具的横向进给运动。按主轴位置, 槽钻床有立式和卧式两种; 按主轴数, 可分为单轴、双轴和多轴等。

一、单轴槽钻床

图7-5(a)所示为手工进给的卧式单轴槽钻床示意图。床身1上部的钻铣刀架2, 由手把4使其沿导轨3实现轴向移动。被加工零件5在工作台6上紧靠导尺7, 并由夹紧器8固定。工作台能沿溜板9上的导轨横向移动, 由手柄10通过工作台下面的齿轮齿条机构(或丝杆机构)来实现。溜板9下端的圆柱体11, 借丝杆螺母机构14可沿托架12上的圆柱形导轨13垂直移动, 以调整工作台的高度。图7-5(b)所示为加工榫槽尺寸调整示意图。榫槽深度(H)由钻铣刀架上行程挡块1来调整; 榫槽长度(L)由工作台的行程挡块2来调整。可调节的导尺3和零件端部的支承挡块4使零件在工作台上正确定位, 即可确定榫槽到零件端基准的距离(S)。图7-5(c)为手工进给的立式单轴槽钻床

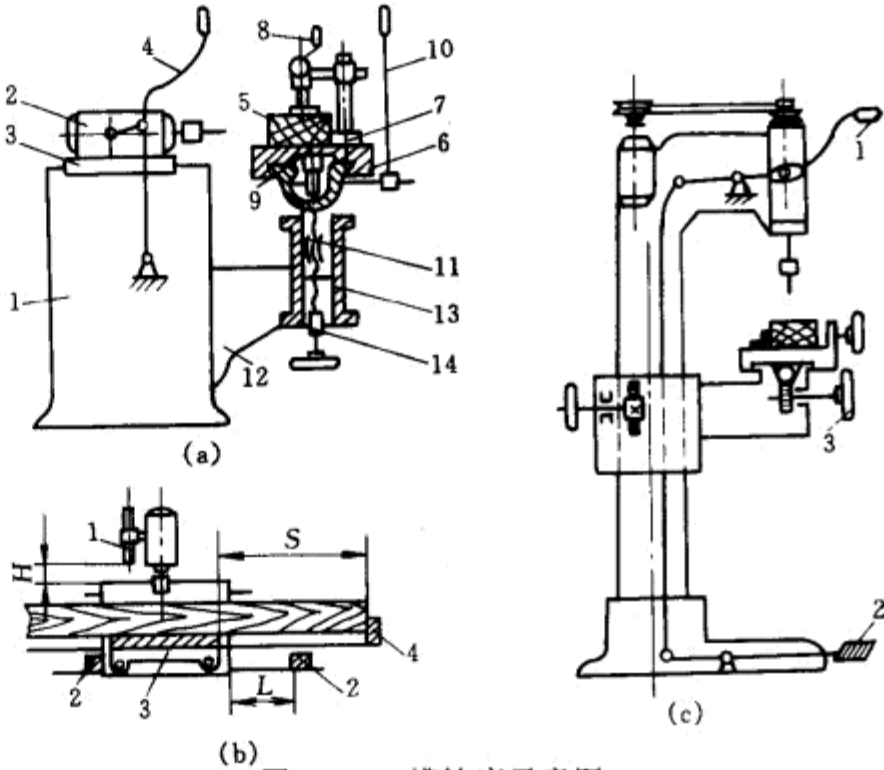


图 7-5 槽钻床示意图

(a) 手工进给的卧式单轴槽钻床示意图

1—床身 2—电动机 3、13—导轨 4、10—手柄 5—工件 6—工作台
7—导尺 8—夹紧器 9—溜板 11—圆柱体 12—托架 14—丝杆螺母机构

(b) 加工榫槽尺寸调整示意图 H —榫槽深度 L —榫槽长度

S —榫槽到零件端基准距离 1、2、4—挡块 3—导尺

(c) 手工进给的立式单轴槽钻床示意图 1—手柄 2—踏板 3—手轮

示意图。榫槽深度可通过手柄1或脚踏板2来控制,榫槽长度可通过手轮3来控制。

图7-6所示为机械进给的卧式槽钻床的钻铣刀架示意图。它借曲柄连杆机构获得往复或摇摆的运动,其摆动的幅度即为榫槽的长度,工作台轴向进给运动由液压传动装置来实现。在图7-6(a)上表示相对于刀轴轴线平行的往复运动,从而获得榫槽底部为直角的并且侧壁为平坦光洁的表面。图7-6(b)上表示绕固定轴心的摇头摆动运动,其榫槽底部为中凹(圆弧)的并且侧壁为不平坦的表面。这是由于摇头主轴轴心到铣刀端部的摆动半径 R 所形成的。但中凹数值不大,不会影响榫结合的质量。

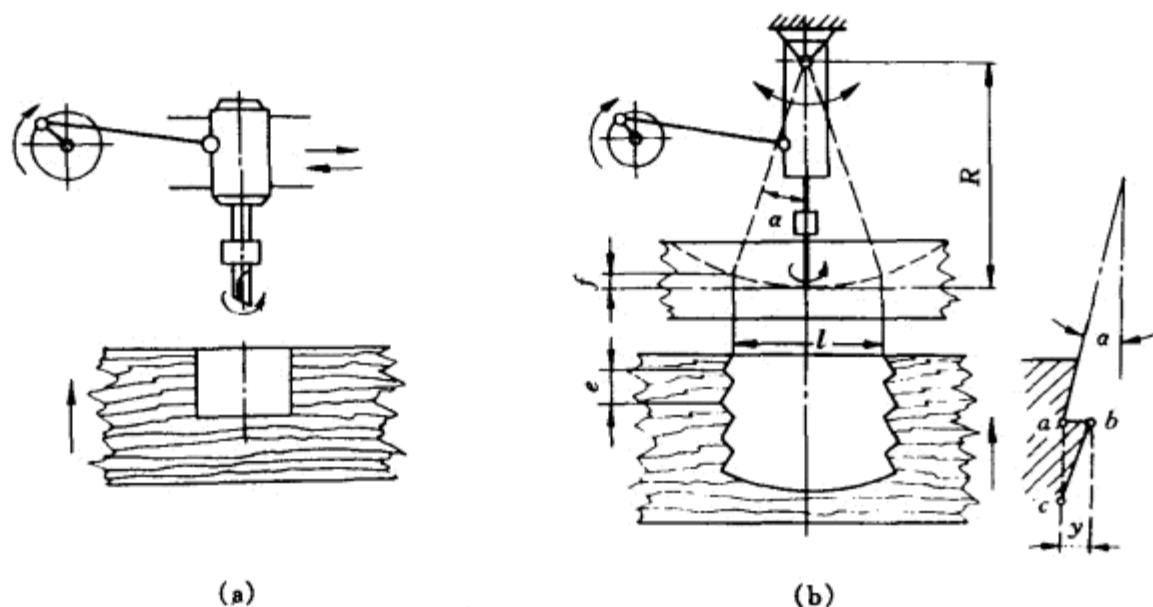


图 7-6 机械进给的卧式槽钻床铣刀架示意图

(a) 刀轴轴线作往复平行运动 (b) 刀轴轴线绕铰支点作摇头摆动运动

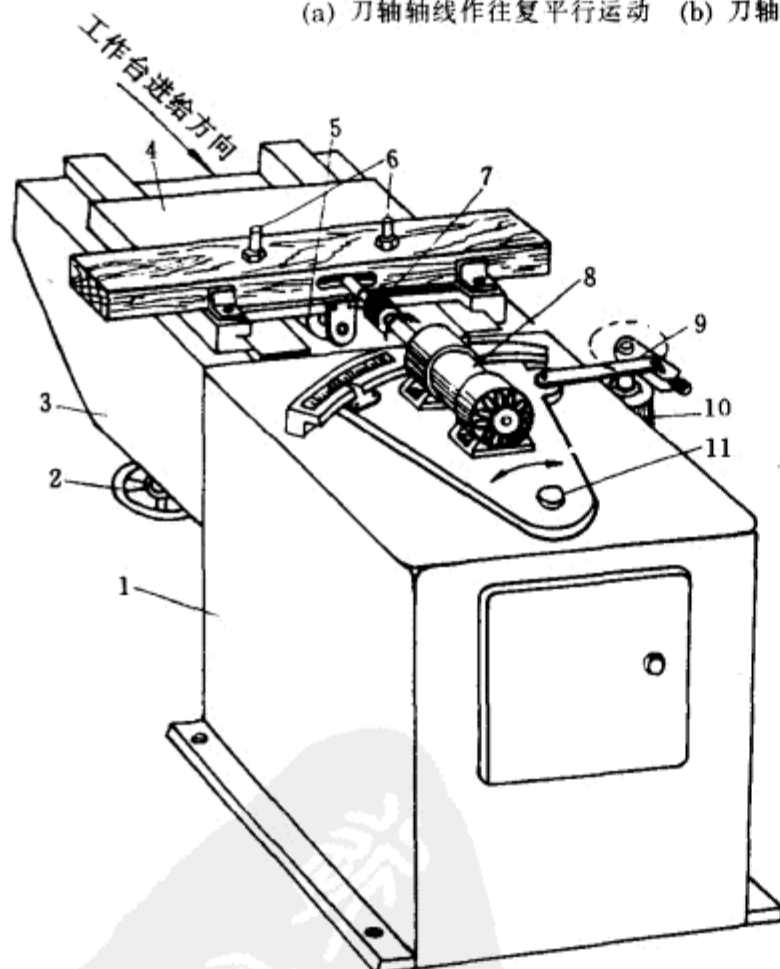


图 7-7 CBΠA-2型卧式单轴槽钻床示意图

1—床身 2—托架升降调节手轮 3—托架 4—工作台
5—油缸 6—液压压紧器 7—钻夹头 8—刀架
9—曲柄连杆机构 10—油马达 11—轴

图7-7所示为前苏联CBΠA-2型卧式单轴槽钻床外观图。主要由床身、工作台、托架、压紧器、刀架等组成。刀架8上的主轴直接由电动机驱动作高速旋转。刀架绕轴11的摆动,由油马达10经曲柄连杆机构9实现。摆动的幅度与曲柄的长度有关,曲柄的长度可由丝杆螺母机构调节。摆动幅度即为榫槽的长度,其数值可由标尺显示出。刀架摆动频率高低可通过调节油马达的转速得到。托架3上工作台4的高度可由手轮2调整,以适应不同工件尺寸的要求。当工件紧靠导尺放至工作台上后,液压压紧器自动压紧,然后工作台在油缸的带动下沿托架3上的导轨实现进给运动,即可加工出所需要的榫槽。榫槽深度可通过调节油缸的行程得到。

CBΠA-2型卧式单轴槽钻床的技术参数如下: 钻削直径25mm, 榫槽宽度16mm, 榫槽长度120mm, 榫槽深度

80mm, 主轴转速3000~6000r/min, 摆动次数10~250次/min, 进给速度0.1~1.5m/min, 功率4.9kW, 机床外形尺寸1475mm×990mm×1350mm, 质量830kg。

二、双头棒槽机

意大利的2CAP型自动双头棒槽机是与2TAO型自动长圆棒开棒机配套使用的, 主要用于沙发、椅子等长圆棒棒槽的加工。这种机床不仅能实现单机自动化, 而且还能在自动化线中成为一种高效率机床。它是采用一根主轴带动两个旋转方向相反的柄铣刀, 利用相对于刀轴轴线平行的往复移动来开凿棒槽。在不使用往复移动装置时, 可作开圆孔之用。两边的工作台采用交替作业, 生产效率较高。

图7-8(a)、(b)所示为2CAP型自动双头棒槽机外形图。它由钢板焊接的箱体床身1、工作台10、主轴部件15、主轴部件往复移动装置、工件压紧块9、工件定位挡块16、罩壳等组成。

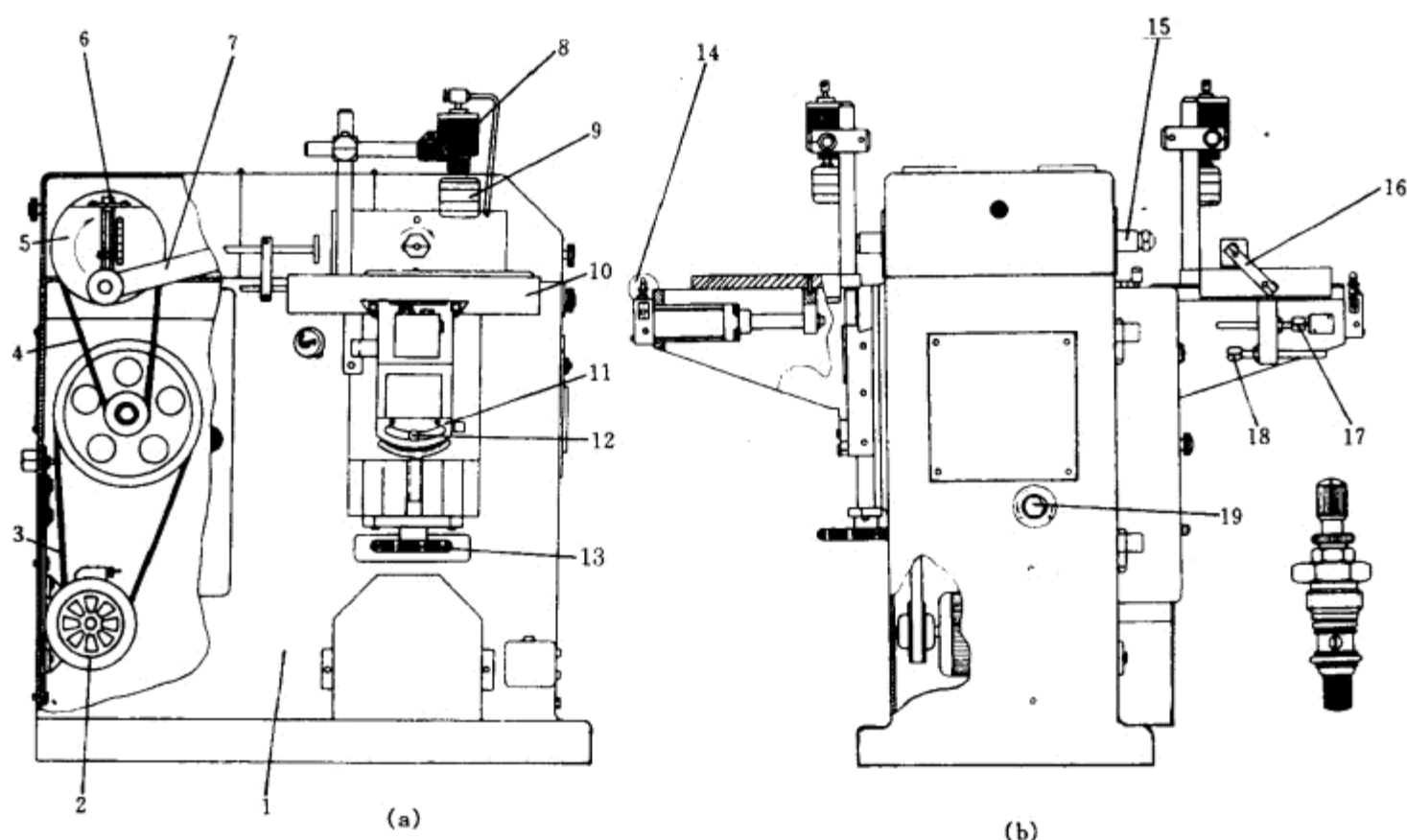


图 7-8 2CAP型自动双头棒槽机外形图

- 1—床身 2—电动机 3—V带 4—平带 5—偏心盘 6—丝杆 7—连杆 8—气缸
9—工件压紧块 10—工作台 11—回转溜板 12—锁紧螺钉 13—手轮 14—单向可调节流阀
15—主轴部件 16—定位挡块 17、18—螺钉 19—调节螺钉

主轴部件15上的主轴在电动机的带动下作高速回转运动(见图7-9)。主轴部件15安装于移动溜板上(图7-9中5), 溜板的往复运动是由偏心盘5通过连杆7实现的, 偏心距大小由丝杆6调整。偏心盘5的旋转由电动机2通过V带3、平带4实现。主轴部件往复运动频率, 由调节螺钉19, 经锥盘式无级变速器, 调节偏心盘5的转速得到。前后工作台上工件的压紧装置由单作用气缸8和其工件压紧块9组成。工作台由液压进给气缸的活塞杆带动作进给运动, 进给速度由单向可调节流阀调节。当一工作台作进给运动时, 另一工作台迅速退回、松夹, 供操作者装卸工件, 反之亦然。这样, 使辅助时间与加工时间重合, 有利于提高生产率。

图7-9所示为2CAP型自动双头棒槽机的主轴传动外形图。主轴部件5上的主轴由电动机

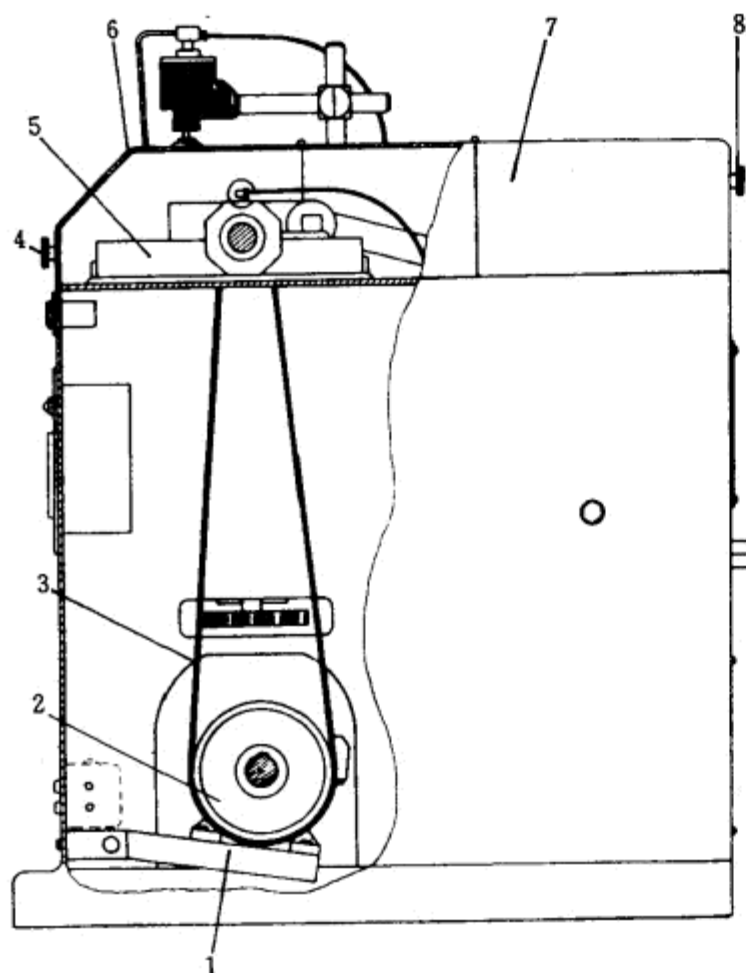


图 7-9 2CAP型自动双头棒槽机主轴传动外形图

1—底板 2—电动机 3—高速平带 4、8—旋钮螺钉
5—主轴部件溜板 6、7—罩壳

在偏心轮的燕尾形槽内, 调节螺杆6即可改变滑块的位置, 从而使偏心距大小改变, 由此连杆7带动安装主轴部件15的溜板的往复运动行程也随之改变, 从而调整了棒槽的长度。其棒槽长度等于柄铣刀的往复移动量加上柄铣刀的直径。

(3) 加工棒槽深度的调整: 主要由螺钉17、18来控制带动工作台运动的液压进给气缸的行程, 从而控制工件向刀具的总的进给量, 即加工棒槽的深度。

(4) 主轴部件15往复移动速度的调节: 主轴部件15的往复运动速度取决于加工棒槽尺寸的大小(长、宽、深)及加工木

2, 通过高速平带3传动, 其转速高达9000r/min。主轴两端均可安装带钻铣功能的柄铣刀, 在前后工作台上交替作业。为了保证主轴部件往复移动时两带轮的中心距不变, 电动机2的安装底板1与床身上的支撑板成铰接。

图7-10所示为往复移动柄铣刀棒槽机传动系统图。柄铣刀的旋转运动由主电动机11经皮带传动升速实现; 柄铣刀往复移动由电动机13、锥盘无级变速器12、皮带传动至轮15, 带动曲柄滑块机构(1、3)而获得。调节手轮14, 可实现柄铣刀往复移动频率的无级调节; 调整2改变曲柄大小, 可改变主轴和柄铣刀往复运动行程。手轮10用于调节工作台高度。工件压紧与进给由气缸5和7实现。

意大利2CAP型双轴自动棒槽机操作调整如下(见图7-8):

(1) 加工棒槽宽度的调整: 棒槽宽度取决于柄铣刀的直径。因此, 只要更换不同直径的柄铣刀, 就可得到不同宽度的棒槽。

(2) 加工棒槽长度的调整: 主要通过调整偏心轮5的偏心距大小, 而偏心滑块安装

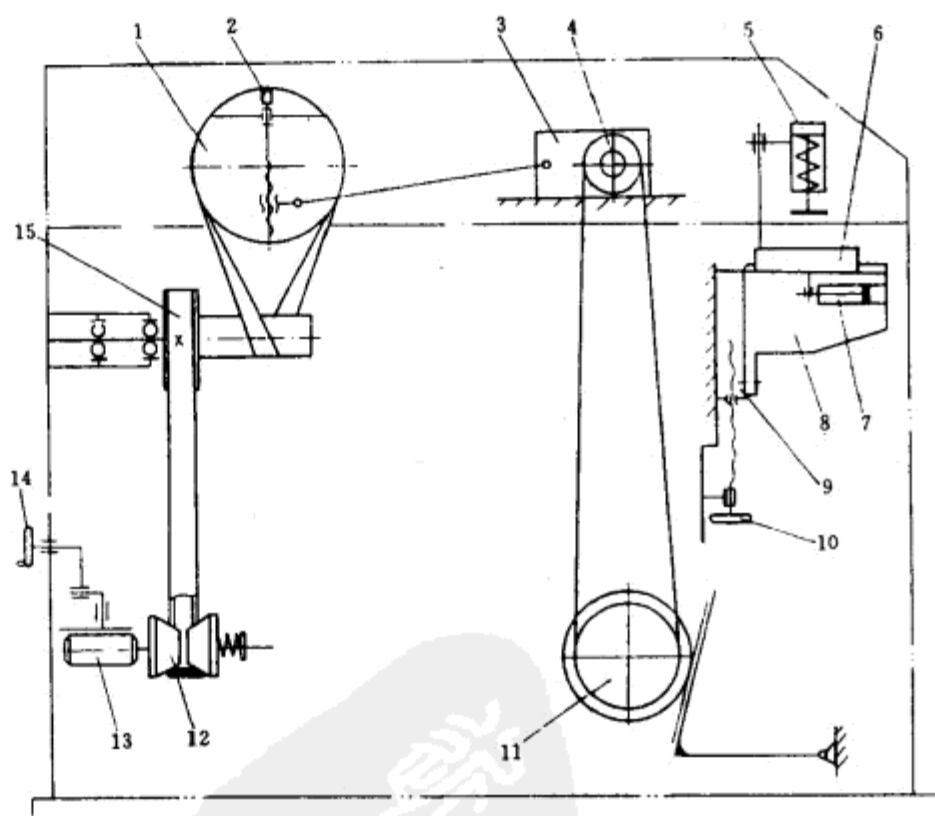


图 7-10 往复运动柄铣刀棒槽机传动系统图

1—曲柄盘 2—曲柄调节机构 3—刀架溜板 4—主轴 5—压紧气缸 6—工作台
7—进给气缸 8—机架 9—垂直溜板 10—工作台垂直升降手轮 11—主电机
12—锥盘无级变速器 13—主轴往复移动电机 14—变速手轮 15—皮带轮

材的材性。如加工短的和软材的榫槽即可提高其往复移动速度。往复移动速度由调节螺钉19通过连杆带动电动机2移动,以改变锥盘式皮带轮直径的大小来实现。

除了上述调整之外,为了满足工艺需要,前、后工作台均可单独作上下垂直位置和倾斜一定角度的调整。工作台垂直位置调整通过手轮13来实现。工作台倾斜角度的调整,首先松开锁紧螺钉12,然后转动回转溜板11,使工作台倾斜至所需角度后,再锁紧螺钉12。工作台倾斜角度为左右各15°。

国产MK428型(按新国标应定为MS428)双头自动榫槽机的结构与调整原理与意大利的2CAP型自动榫槽机大致相似。

表7-2为一些往复移动柄铣刀榫槽机的主要技术参数。

表 7-2 一些往复移动柄铣刀榫槽机的主要技术参数

技术参数		MK428 ^①	2CAP	SM	2/CAP	CBПГ -2	CBПГ -3	MDO	MSO	COM8	COM12 /HF	COM14
最大 榫槽 尺寸 /mm	宽度	20	20		20或35	16		—	—	—	—	—
	深度	80	80		80	80		55~90		50	50	50
	长度	120	120		120或	125		120		100	100	100
					150							
工作台可倾角度/(°)		20	20		20		15	25		—	—	—
主轴间距/mm		—	—		—	—	—	—		65~ 1000	68~ 1000	72~ 1000
主轴转速/r·min ⁻¹		9100	9000		9000		10000	10000		10000	12000	10000
主电机功率/kW		2.2	2.2		2.2		2.2	2.2		2.2 4个	1.5 2个 0.55 8个	1.1、1.5、 2.2各2个
摆动电动机功率/kW		0.75	0.75		0.9	—	—	0.73		0.75, 1.1	0.75	2.2
机床外形尺寸 (长×宽×高)/mm		1260 ×1330 ×1300	1000 ×1300 ×1250	800 ×850 ×1250	1300 ×1100 ×1300	1320 ×810 ×1500	975 ×750 ×1500	1410 ×1100 ×1300	1500 ×1900 ×1350	1600 ×2000 ×1700	2000 ×2000 ×1800	—
机床质量/kg		500	500	400	500	875	680	520	—	850	1900 ^②	2150
结构特点		卧式 双出轴	卧式 双出轴	卧式 单出轴	卧式 双出轴	卧式 双出轴	卧式 单出轴	卧式 双出轴	卧式 单出轴	卧式4个 双出轴	水平2个 双出轴, 双出轴, 垂直8轴	水平3个 垂直8个
生产厂商		中国 都江堰 ^②	意Balestrini		日本 庄田	原苏联		意大利Pade				

注: ① 按新国标类代号MK应改为MS。
② 四川都江堰市都江堰木工机床厂。

第三节 L型摆动切刀榫槽机

L形摆动切刀榫槽机采取专用L型榫槽切刀(又称榫槽铣刀或榫槽锯子)进行榫槽加工。图7-11所示为L形榫槽切刀加工榫槽时的运动轨迹。切刀的端部和一个侧面有齿,但切削木材的仅是端齿。其中榫槽侧壁由齿1和5形成,榫槽底由端齿1~5共同切出,而侧面的辅助齿不参与切削木材,仅起把切屑从槽底送出槽外的作用。榫槽切刀通常由曲柄机构带动,其主运动轨迹为一封闭的椭圆曲线,可完成刀齿切入、切削木材以及切屑的水平和垂直输送等运动。切刀本身刃部的厚度即为榫槽的宽度;榫槽长度L由切刀水平摆动的摆幅α和切刀刃部的宽度l决定, $L=l+\alpha$;榫槽深度由切刀相对于工件在槽深方向的位移决定。

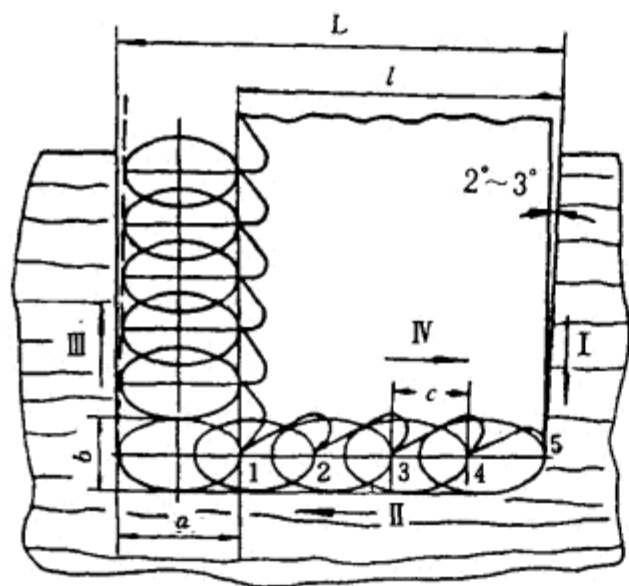


图 7-11 L型棒槽切刀运动轨迹

I—切入 II—切削及切屑水平输送
III—切屑垂直输送 IV—空行程 1~5—端齿

台7沿圆导轨2做工作进给，并由挡块5和螺栓3控制其进给行程。工作台上设有凸轮压紧机构。调整压紧器支架8上的水平压板9和上压板12的位置，使它们离定位靠板13以及工作台面的距离比工件的相应尺寸大3~5mm；由手轮10把凸轮压紧机构调至适当位置，压紧工件时就仅须扳动手柄11。

L型摆动切刀棒槽机的加工精度好，精密者可达0.01mm，能保证加工质量，槽底接近于平面；生产效率较高，易于实现机械化、自动化和程序控制；这类机床发展迅速，应用广泛，它不仅能加工长方形棒槽，还可以加工梯形棒槽、台阶形棒槽，尤其适用于需加工双排棒槽以及一个工件上有多处需加工棒槽的场合。

图7-12所示为国产MS172型单头L型摆动切刀棒槽机外形图。该机主轴下置，切削机构安置在机头18内，由主电动机23，经可调曲柄摆杆机构，使刀架22连同其上的L形棒槽切刀获得主运动。机头根据加工件棒槽位置要求，通过手轮21可在工件长度方向调整；通过调节螺杆16可在垂直方向作调整；机构14、15相配合，可调节曲柄摆杆机构中曲柄的大小，亦即调节了L型切刀的摆幅。手轮6用于使工作

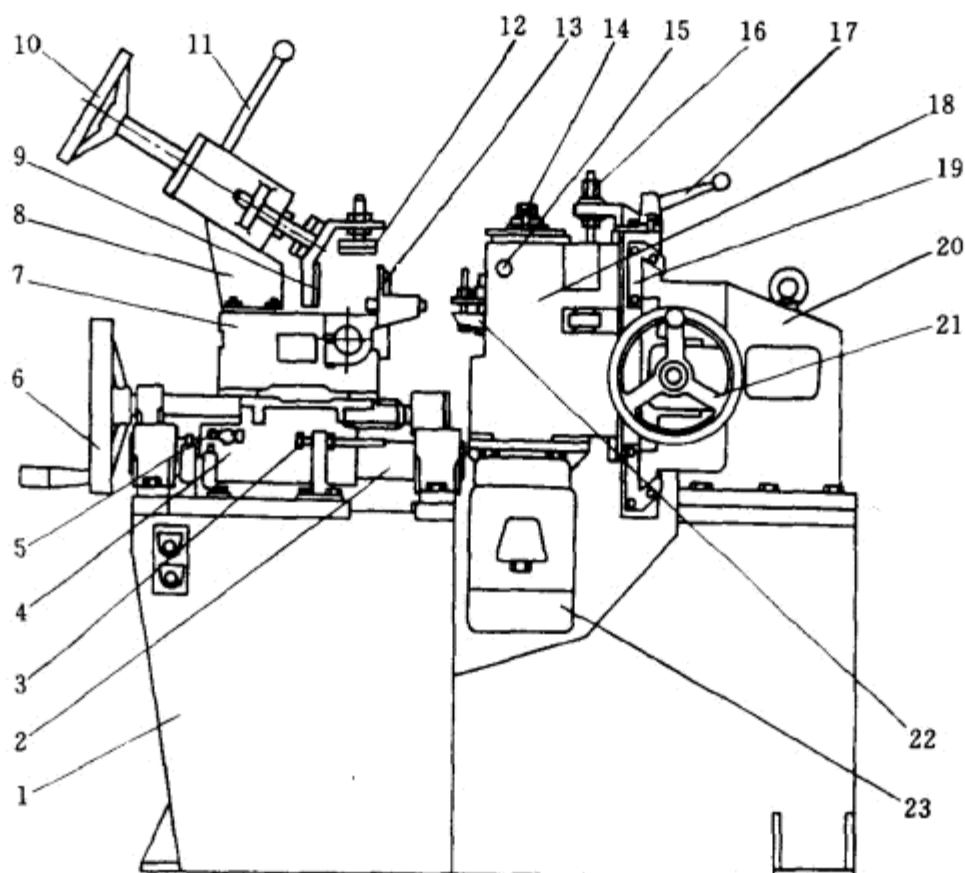


图 7-12 MS172型单头L形摆动切刀棒槽机外形图

1—床身 2—圆导轨 3—工作台进给距离调节螺栓 4—工作台进给溜板 5—工作台进给限位挡块
6—工作台进给手轮 7—工作台 8—压紧器架 9—水平压板 10—凸轮压紧机构 11—压紧用手柄 12—上压板
13—定位器 14—偏心(曲柄)调节机构 15—对偏心(曲柄)锁紧机构 16—机头升降调节丝杆 17—机头锁紧手柄
18—机头 19—机头水平移动溜板 20—立柱 21—机头水平纵向移动调节手轮 22—刀架 23—主电动机

图7-13所示为MS172型单头L型摆动切刀榫槽机的传动系统图。主轴的偏心部分与偏心套两者组成一个可调曲柄,调整两者之间的相位角就可改变偏心套中心到主轴回转中心之间的距离,即改变了曲柄的大小,从而可很方便地调整刀架和切刀水平摆动的摆幅,亦即调整了加工榫槽的长度。若需加工双榫槽,则刀架上可并排装两把切刀,并在其间放置适当厚度的垫块即可。

这类榫槽机可以设计成单切削头或多切削头,切削头可以设计成上置或下置等多种形式。

表7-3为一些L型摆动切刀榫槽机的主要技术参数。

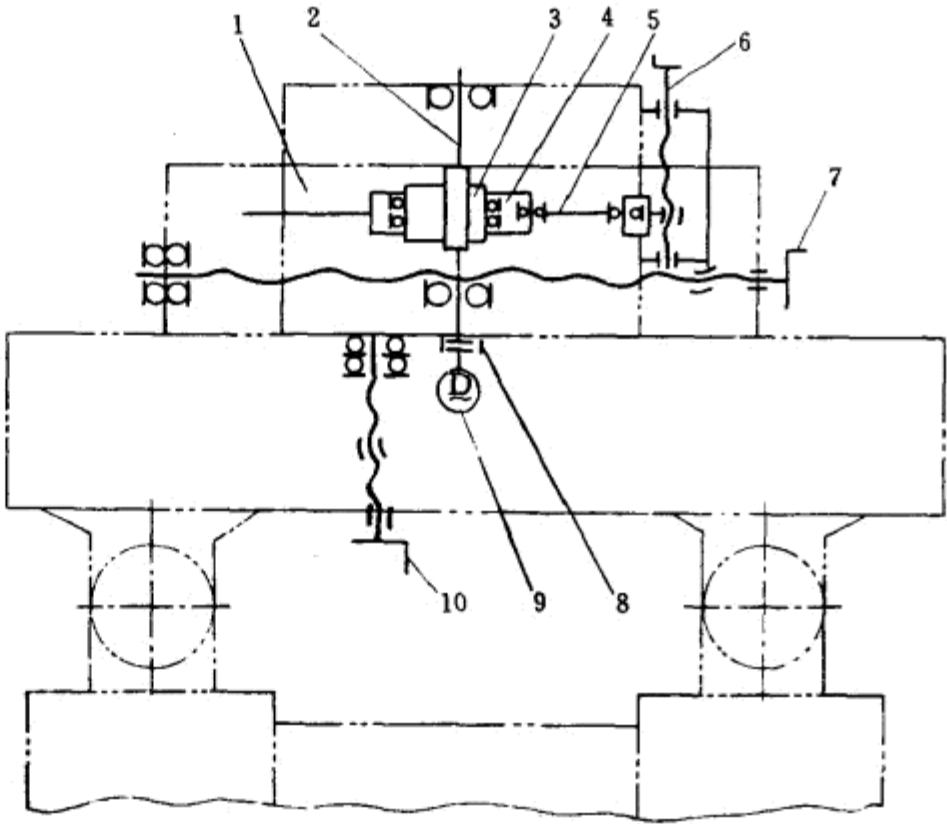


图 7-13 MS172型单头L型摆动切刀榫槽机传动系统图
1—刀架 2—主轴 3—偏心套 4—连杆 5—摆杆 6—机头升降调整机构
7—机头纵向移动机构 8—联轴器 9—主电动机 10—工作台进给机构

表 7-3 一些L型摆动切刀榫槽机的主要技术参数					
技术参数		MS172 ^①	OM·B1	OMB1·ECOS	OM·B3
加工榫槽	最大长度	80		180	
	尺寸			25	
	/mm			130	
机头垂直调整行程/mm		130		100	
主电动机功率/kW		2.2	2.2	2.2	2.2 3个
油泵电动机功率/kW		—	0.75	—	1.5
主轴转速/r·min ⁻¹		2840		2840	
工作台尺寸(长×宽)/mm		920×240	1000×310	1000×250	3200×350
机床外形尺寸(长×宽×高)/mm		3135×1270×1170	—	—	—
机床质量/kg		500	700	550	2200
结构特点		偏心夹紧,工作台进给	液压夹紧,机头进给,能自动完成工作循环	气动夹紧,工作台进给	液压夹紧,能自动完成工作循环,有3个机头,两榫槽最大间距3000mm
生产厂商		中国牡丹江木工机械厂		意大利MUT1	

注: ①原型号为MK372



第八章 木工车床及圆棒榫加工机床

木工车床是采用车削的方法来进行加工的机床,它可以加工具有各种成型的旋转圆柱体形状的制品。在木工车床上车削是工件旋转,刀具作进给运动。它广泛应用于家具、建筑、车辆、运动器具、纺织纱管、机械木模等圆柱表面零件的制造。加工圆棒榫的机床包括木工圆棒机和圆棒截断机。木工圆棒机上车削是将断面为方形的毛料连续不断地通过高速旋转的空心刀头,毛料(工件)作进给运动,而刀具作旋转运动,制品只是单纯的圆柱体——圆棒。当加工板式家具连接用的圆棒榫时,还需采用圆棒截断机,将圆棒截成一定长度和两端倒成一定的角度。国标中将木工圆棒机归于木工车床类,而圆棒截断机则归于木工锯机类,因这两台机床是配套使用的,故放在一起叙述。

木工车床按用途不同可分为:中心式、带有花盘的中心式、花盘式以及专用车床等四种。

在 GB 12448—90中木工车床的类别代号为MC,读作木车。其组、系代号如下:端面木工车床代号为MC20,仿形木工车床代号为MC30,普通木工车床代号为MC61,木工圆棒机代号为MC90。

在GB 12448—90中圆棒截断机的代号为MJ229。

第一节 普通木工车床

图8-1所示为国产MC616B型木工车床外形图。这种木工车床可加工各种木质旋转体零件,并配备有端面刀架,扩大了使用范围,广泛用于木模厂、机器制造厂的木模车间及造船厂对木材的车削加工。

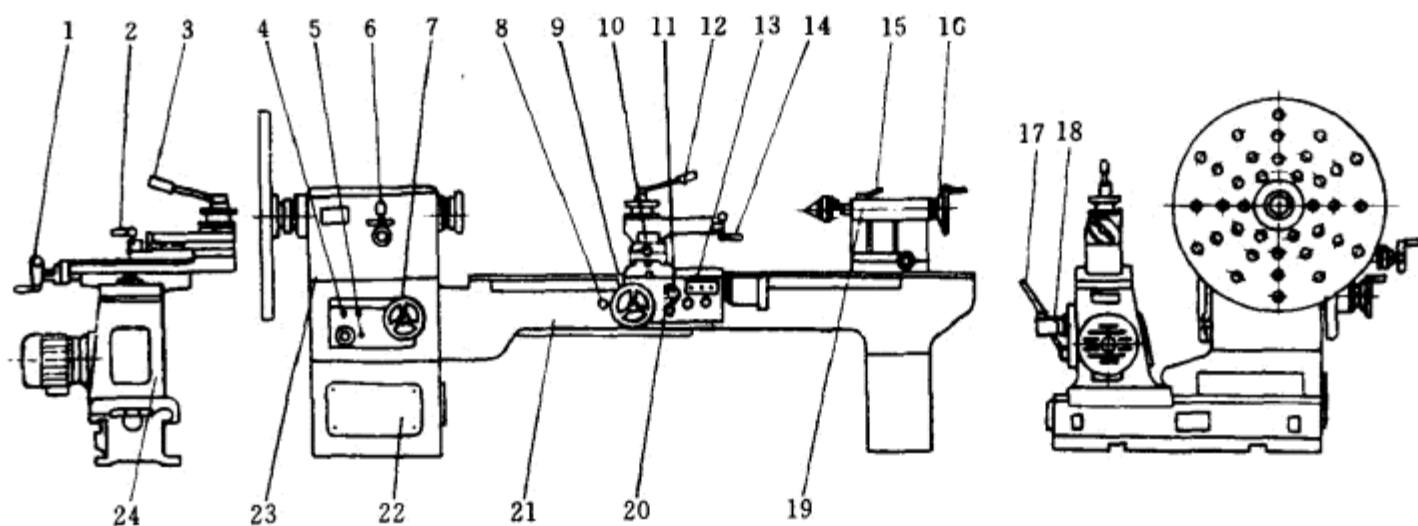


图 8-1 国产MC616B型普通木工车床外形图

1、2、3、6、10、11、12、14、15、17、18—手柄 4—转换开关 5—控制按钮 7、8、9、16—手轮
13—按钮开关 19—尾架 20—走刀箱 21—床身 22—无级变速箱 23—床头箱 24—端面刀架

机床主要由带凹槽的铸铁床身21,床头箱23,无级变速箱22,溜板箱20,端面刀架24以及电器等部分组成。

床身21由铸铁制成,床面有一条棱形导轨供大滑板移动,床身用螺钉紧固在左右床腿上,左床腿内装有电动机和无级变速机构22。

床头箱23用螺钉固紧在床身21的左端,床头箱左面为贮油箱,右面为电器箱。主轴为45号

钢制成的空心轴,前端采用单列向心球轴承,后端采用单列向心短圆柱滚子轴承和单列圆锥滚子轴承以承受端面车削所产生的径向力。主轴中间装有单向推力球轴承,以承受沿床身方向的轴向推力,其轴向间隙由主轴上的螺母来调整。

无级变速箱22采用特殊V带摩擦传动,以减少机床在运转中的噪声。在电动机加长轴上装有一对圆锥盘,经V带带动被动轴上的圆锥盘。变速时,摇动调速手轮7,使电动机上的圆锥盘开合,迫使被动盘上的圆锥盘弹簧自动调整开合,实现无级变速。

溜板箱20的箱体及大小溜板均用铸铁制造。大溜板沿床身导轨的左右往复移动,是由溜板箱上的按钮13控制电动机的正、反转来实现的。如为手动,将锥形离合器的操作手柄11向下扳动,离合器即脱开,大溜板停止移动,此时就能摇动溜板箱上的手轮而实现手动。

刀架采用45号钢制造,上面能安装四把刀具,依次回转使用。小溜板可以旋转任意角度,固定后可以用手动来车削长度在250mm以内的圆锥体。

尾架19为铸铁制造,可以沿床身中间导轨左右移动,并可根据需要固定在任意位置上。尾架圆柱孔中的顶尖套筒可由手轮16,并通过丝杆螺母机构使之移动,手柄15用于顶尖套筒的锁紧与放松。尾架上有调节螺钉,可以使尾架偏移30mm,以供车削小锥度的圆锥体用,并采用4号莫氏锥度活动顶尖,以避免木材在车削中与顶尖摩擦发热而发生事故。

端面刀架24系独立机构,固定在主机端面的地基上,由底座、导轨、机身、溜板及电动机等组成。端面刀架可以在纵横坐标导轨上移动,并可旋转任意角度,用以加工内外锥体。机身上的操纵手柄17可控制电器开关,手柄在不同位置时可使电动机实现正、反、停,以实现溜板前进或后退及快速进退的动作。当需要用手操作时,扳动手柄将爪形离合器脱开后,即可将机械操纵系统切断。

机身内设有柱塞式润滑油泵,当启动电动机时,自动供油至各润滑点。

当加工长度大于300mm时,需将中溜板旋转90°。端面刀架溜板在横向移动方向上,两端装有行程开关,上面纵向溜板装有限位指针,溜板运动只能在其范围内移动,操作时必须注意,以免损坏机构。

在操作MC616B型车床时,如是端面车削,当床面法兰盘无保险装置时,应将拆下,以免主轴反向转动时,法兰盘由于惯性作用而脱开发生危险。当床面车削时,应将端面花盘拆下,以免在高速旋转中端面花盘不平衡而引起机床振动,更不得在端面花盘上装有工件时进行床面车削。

国产MC614型为一般普通木工车床,刀架的移动和固定、车刀纵横向进给运动均为手工操作,其形式、结构较简单,适宜于轻微车削工作,适用于家具厂及一般木工厂。

表8-1为国产木工车床的主要技术参数。

表 8-1 国 产 木 工 车 床 主 要 技 术 参 数

技 术 参 数 名 称		MC616B	MC614
最大车削直径/mm		通过床面600,通过溜板400,端面1500	通过床面400,通过溜板300
中 心 高/mm		300	200
最大车削长度/mm		床面1500,端面400	1500
主 轴	电动机功率/kW	3	1.1
	主轴转数/r.min ⁻¹	60~1120(无级)	1000,2000,3000,4500
溜板箱	电动机功率/kW	0.37	—
	进给速度/m.min ⁻¹	0.25,0.5,1.32	—
端面刀架	电动机功率/kW	0.75	—
	进给速度/m.min ⁻¹	0.08,0.16,0.32	—

第二节 其它木工车床简介

一、背刀式木工车床

图8-2所示为全自动液压背刀式车床外观图,主要由床身、靠模架、背刀刀架、气控仿形刀架、装料机构、液压传动装置等组成。

床身1采用重型机床床身结构,其强度、刚度和稳定性均优于一般车床。主轴由电动机驱动,并可变速。主轴轴承采用油浸式润滑,可确保长时间工作的精度。主轴的制动由离合器自动控制。靠模板安装于靠模架8上,靠模架上下位置可用手轮3调整,调整时要注意手柄2的放松与锁紧。工件前面的气控仿形刀架上安装有两把车刀,第一把用于粗车,第二把用于精车至预定形状与尺寸。气控仿形刀架沿工件轴线方向的纵向进给由油缸实现,并可根据工件各区段的形状自动调节进料速度的大小。车刀的仿形车削由气缸控制仿形刀架上的触针沿靠模板曲线移动得到,动作灵敏,可保证复杂外形工件的精确车削。背刀刀架7上装有组合式的车刀,其角度近似 20° ,此车刀用于最后的精细修整加工,可以保证得到最理想的表面光洁度。背刀刀架7可沿高精度的镀铬并抛光的圆柱形导轨5上下移动。为了保证背刀刀架上升的轻便,刀架通过链轮链条设置了平衡配重。装料机构6可将工件自动送到主轴顶尖14和夹紧顶尖12之间,然后夹紧顶尖由油缸实现对工件的夹紧。

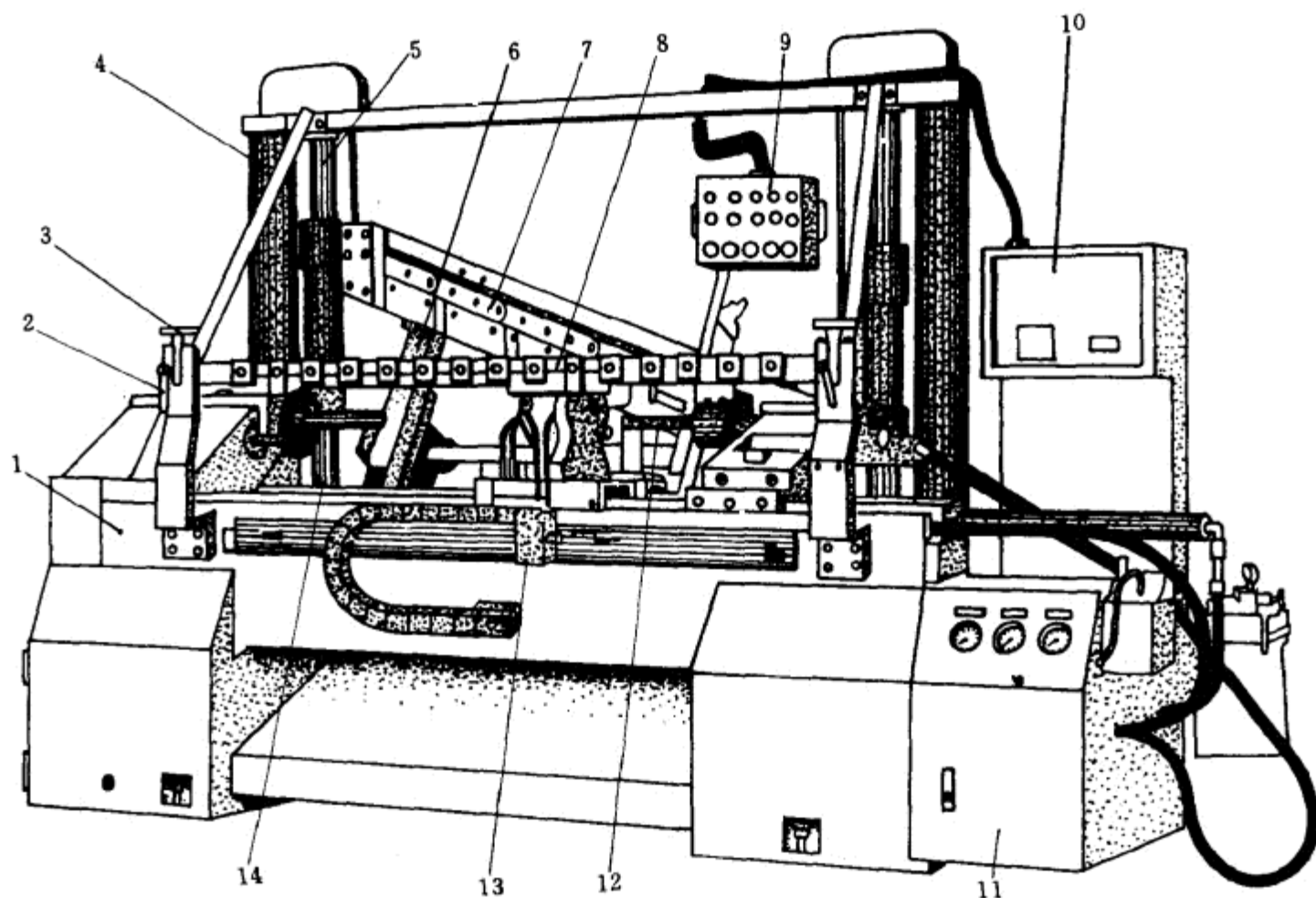


图 8-2 全自动液压背刀式车床外观图

1—床身 2—手柄 3—手轮 4—立柱 5—圆柱形导轨 6—装料机构 7—背刀刀架 8—靠模架
9—按钮盒 10—电气箱 11—液压传动装置 12—夹紧顶尖 13—气控仿形刀架 14—主轴顶尖

操作该机床时,人工只需将待加工的工件毛坯放到装料机构6上,其它所有加工过程均自动进行。该机床自动化程度高,生产效率高,加工质量好,易于操作。

国产MC3110型全自动液压背刀式车床就属于此类型。

二、端面木工车床

端面木工车床亦称花盘式木工车床,用于加工木制工件的端面,如板、碗和盘状工件等,广泛应用于木模车间。图8-3(a)所示为端面木工车床的结构示意图。主要由床头箱和端面刀架两部分组成。图8-3(b)所示为端面车床的外形图。床身1为铸铁制造。主轴4由电动机9、经变速箱2、V带带动旋转,主轴的转速由变速箱上的手柄调节。主轴的制动由手柄、摩擦轮实现。主轴右端装有花盘6,用以装夹待车削的工件毛坯。端面刀架7安装于支撑架8上,刀架上具有左右和前后移动的溜板,可分别通过相应手轮进行调节,以实现车刀的纵向和横向的进给运动。支撑架8安装于滑板上,松开螺钉后,可沿滑板左右移动。而滑板则安装于底板10上,底板上开有“T”槽,松开螺钉后,可使安装于其上的滑板、支撑架、刀架一起前后移动。

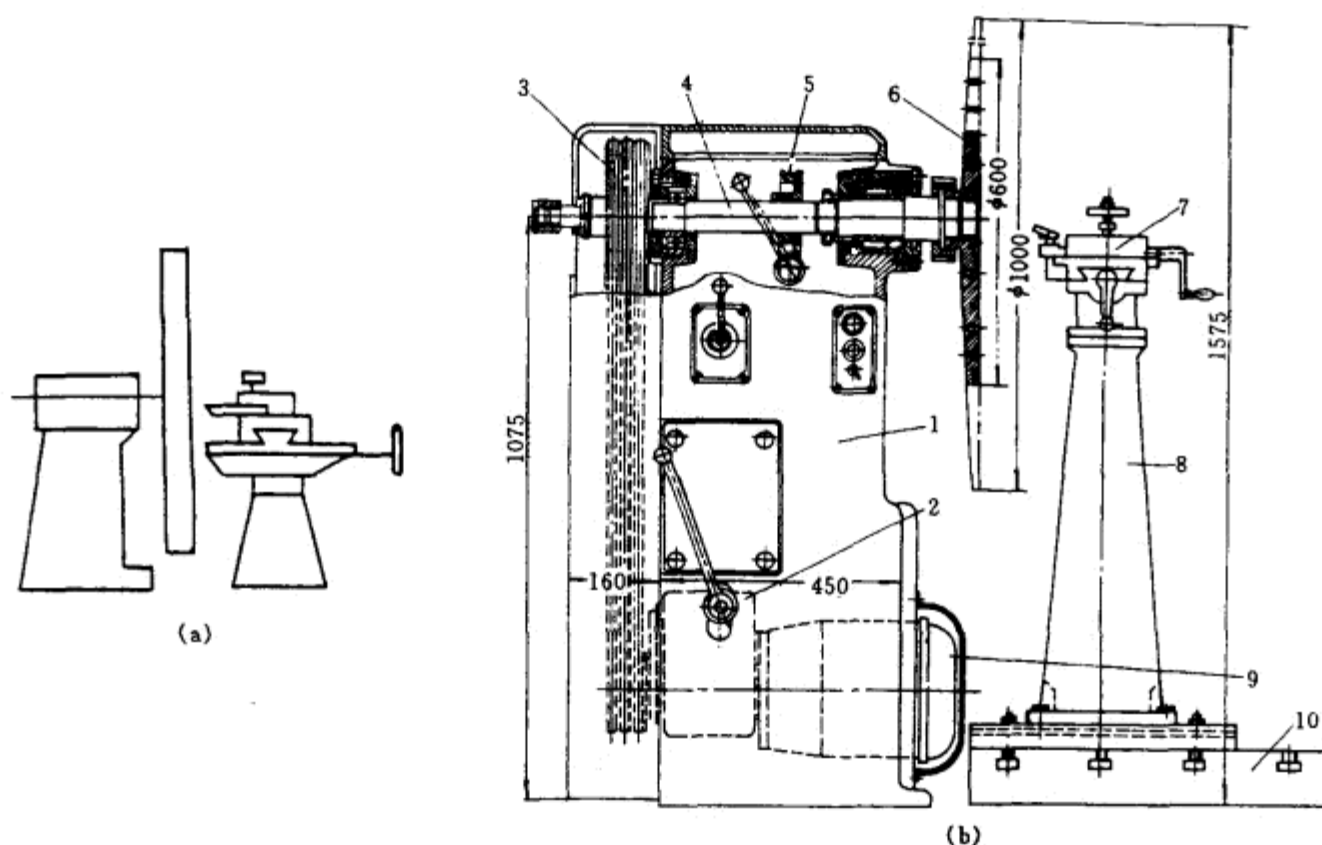


图 8-3 端面木工车床

(a) 端面木工车床结构示意图 (b) 端面木工车床外形图

1—床身 2—变速箱 3—V带 4—主轴 5—制动装置 6—花盘 7—端面刀架 8—支撑架 9—电动机 10—底板

三、专用木工车床

专用木工车床适用于大批量生产,图8-4所示为部分专用木工车床的工作原理图。它可以采用成形车刀、组合车刀或多刀的专用刀架。

图8-4(a)所示为采用成形单刀刀架的专用木工车床。工件1由主轴带动作回转运动,而成形单刀刀架2在手轮3、丝杆螺母机构带动下沿 u 方向作进给运动,即可车削图中所示形状的工件。

图8-4(b)所示为采用组合车刀刀架的专用木工车床工作原理图。工件1由主轴带动作回转运动,而组合车刀刀架2沿着 u 方向作进给运动,即可加工出图中所示形状。

图8-4(c)所示为采用多刀刀架的专用木工车床工作原理图。工件1由主轴带动旋转,溜板3由传动轴6上的偏心轮机构带动使其沿导轨作前后横向进给运动。当溜板向前运动时,成形刀2进行成形车削;当溜板向后运动时,割刀8向前作进给运动,同时成形刀2退回。钻孔作业由钻

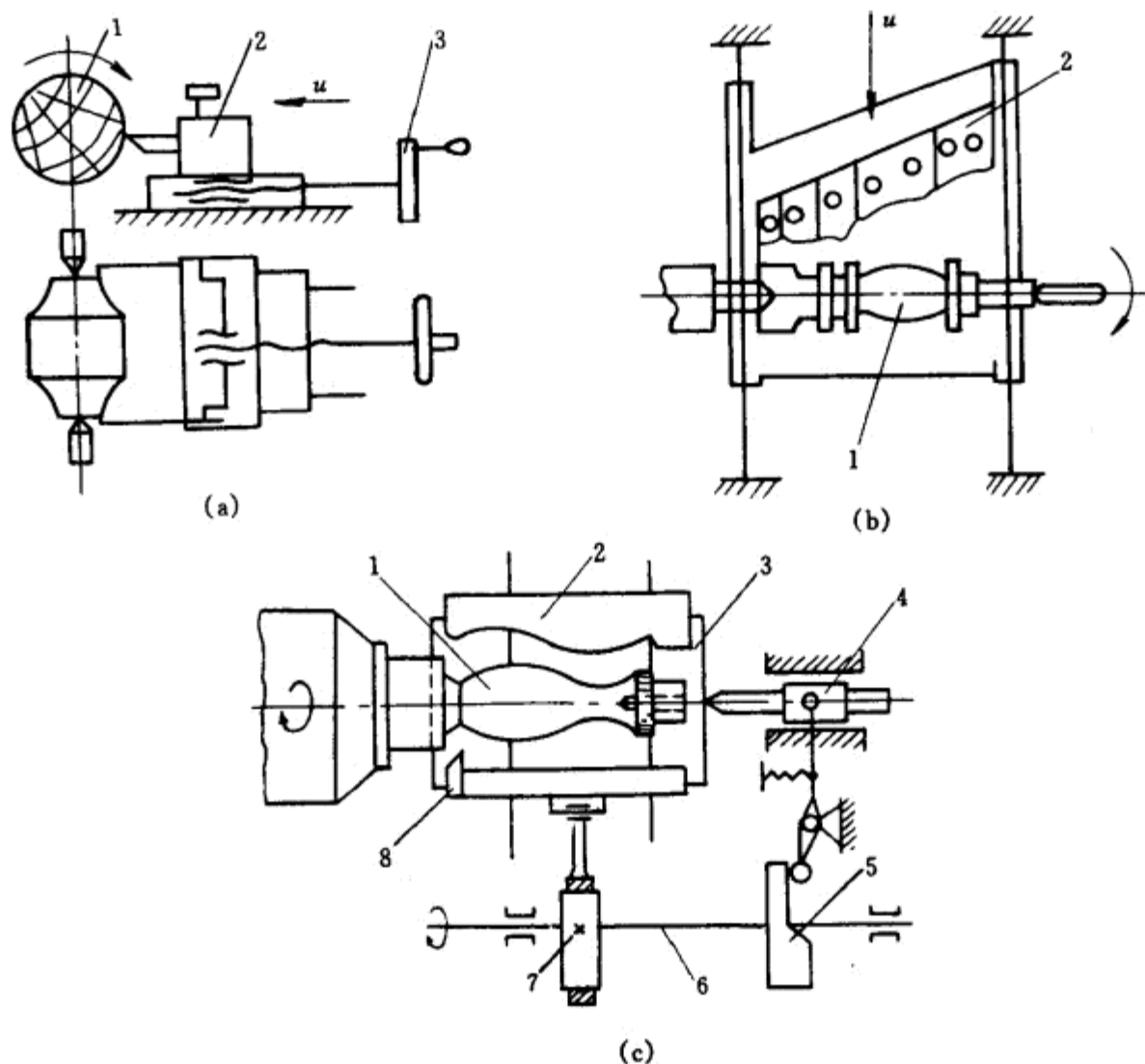


图 8-4 部分专用木工车床的工作原理图

- (a) 采用成形单刀刀架的 1—工件 2—成形单刀刀架 3—手轮
 (b) 采用组合车刀刀架的 1—工件 2—组合车刀刀架
 (c) 采用多刀刀架的 1—工件 2—成形刀 3—溜板 4—钻削机构
 5—空间凸轮 6—传动轴 7—偏心机构 8—割刀

削机构4完成, 钻削刀具固定于滑块上, 其轴向进给由传动轴6上的空间凸轮通过杠杆机构实现, 钻孔深度由设计的凸轮曲线保证。

四、仿形木工车床

为了加工小件或复杂外形的工件, 可采用机械、液压或电气的方法进行仿形加工, 根据自动化程度的高低可分为半自动仿形木工车床和自动仿形木工车床。

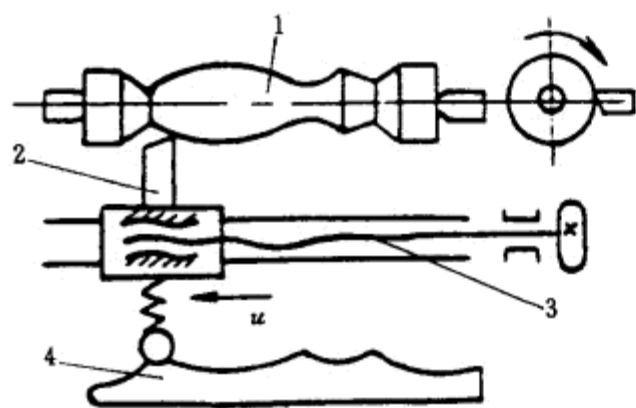


图 8-5 采用靠模样板的半自动化仿形木工车床
 1—工件 2—刀架 3—丝杆螺母机构 4—靠模样板

图8-5所示为采用靠模样板的半自动化仿形木工车床工作原理图。工件1由主轴带动作回转运动, 刀架2在丝杆螺母机构3带动下沿 u 方向作纵向进给运动, 靠弹簧力使刀架跟随样板4作横向进给运动, 即可加工出如图所示形状的工件。当加工异形轮廓的工件时, 只需将靠模制成与工件实样相同, 加工时并和工件同步回转, 即可加工出与实样完全相同的工件(如枪托、桌子的香

炉腿)或左右对称的工件(如左右鞋楦)。

由于机械仿形受到升角的限制,工件形状不能太复杂,且生产率较低。而采用液压随动系统的仿形装置,则可克服机械仿形的缺点,不但可以车削形状复杂的工件,而且控制系统稳定,加工精度高,目前应用广泛。

五、数控木工车床

数控木工车床是采用电子计算机或微处理机控制的车床。数控木工车床的控制装置属于轮廓控制,它能够同时对两个或两个以上的坐标进行连续控制,加工时不仅要控制起点和终点,还要控制整个加工过程中每点的速度和位置,使机床可以加工出符合图纸要求的形状复杂的工件,而且加工精度高,没有人为的误差,其生产率比一般车床高三倍以上,近年来发展特别迅速。

第三节 木工圆棒机和圆棒截断机

圆棒加工机床包括木工圆棒机和圆棒截断机。

一、木工圆棒机

木工圆棒机的类型较多,如按刀头的结构不同,一般可分为下列几种:图8-6(a)所示为加工一定直径(圆柱)的直线形圆棒机;图8-6(b)所示为加工一定曲率半径的圆棒机;图8-6(c)

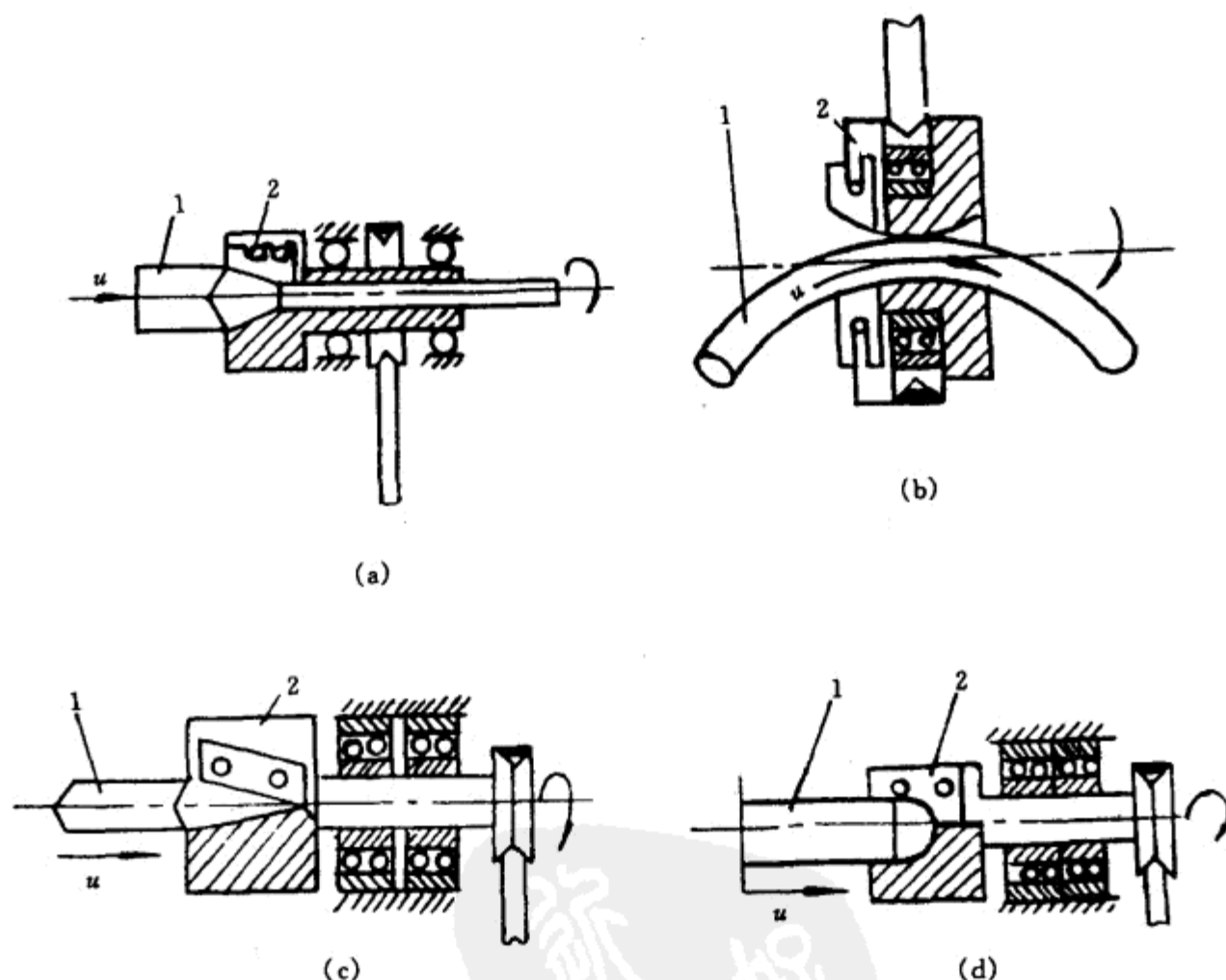


图 8-6 木工圆棒机分类示意图

- (a) 加工一定直径的直线形圆棒机 (b) 加工一定曲率半径的圆棒机
(c) 将零件端部加工成圆锥形的圆棒机 (d) 将零件端部加工成半圆形的圆棒机
1—工件 2—刀头

所示为将零件端部加工成圆锥形的圆棒机;图8-6(d)所示为将零件端部加工成半圆形的圆棒机。如按进给方式不同又可分为手工进给和机械进给两类。机械进给比手工进给不但生产率高,而且工作安全可靠。

(一) 机械进给的木工圆棒机

图8-7所示为加工直线零件圆棒机的传动系统图。在空心主轴1上安装有车削刀片,电动机4经V带5带动空心主轴旋转。呈90°角的槽形前进给滚筒2,半圆形的后进给滚筒3,由进给电动机6经皮带、齿轮、链条、齿轮传动副使前后进给滚筒旋转。托架7用以支撑引导毛料对前进给滚筒的送进。所有部件均安装于床身8上。

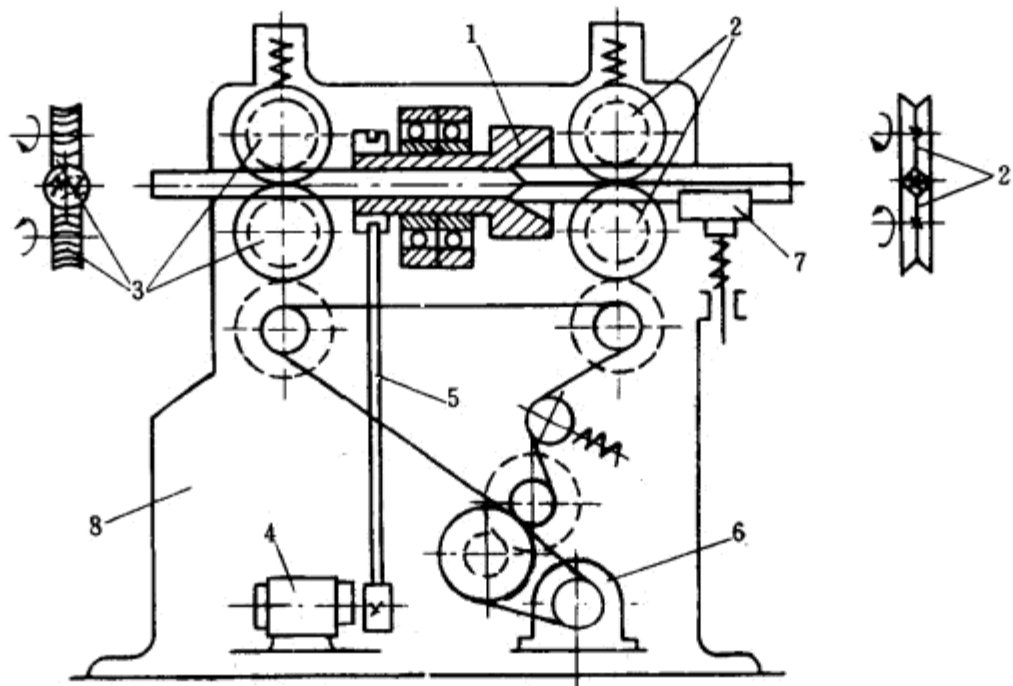


图 8-7 加工直线零件圆棒机的传动系统图

1—空心主轴 2—前进给滚筒 3—后进给滚筒 4、6—电动机 5—V带 7—托架 8—床身

表8-2为直线型木工圆棒机的主要技术参数。

表 8-2 直线型木工圆棒机的主要技术参数

技术 参 数 名 称	手 工 进 给		机 械 进 给		
	I	II	I	II	III
加工直径/mm	10~30	5~100	10~50	25~80	8~80
刀头转速/r.min ⁻¹	3000	3000~4500	4000~6000	4000~6000	3000~6000
进给速度/m.min ⁻¹	—	—	15~30	15~40	2~54
功 率/kW	2~3	0.4~2.6	4.5~6	4.5~8	1.9~6.6
质 量/kg	150	15~200	700~800	1100	680~1650

(二) 加工圆棒棒的木工圆棒机

这种木工圆棒机专门用于加工制作圆棒用的表面带有螺纹沟槽的圆棒。图8-8所示为国产XS-10型(按新国标应定为MC9010)木工圆棒机外形图。它主要由机座1、进料引导部分2、切削部分3、电动机4、空心主轴8及后滚压部分9等组成。

切削部分主要由三个滚槽轮5、偏心轴6、刀体7、刀盘10、刀片11等组成。刀盘10通过螺钉拧紧在刀体7上,而刀体7又通过螺钉拧紧在空心主轴8上,螺纹的旋向与主轴的旋转方向相反。加工时,方形截面的毛料通过高速旋转的刀片切削成直径相等的光制圆棒。随后通过三个滚槽轮,滚槽轮相对于空心主轴轴线的径向距离可通过偏心轴6进行适当调整,使其三个滚槽

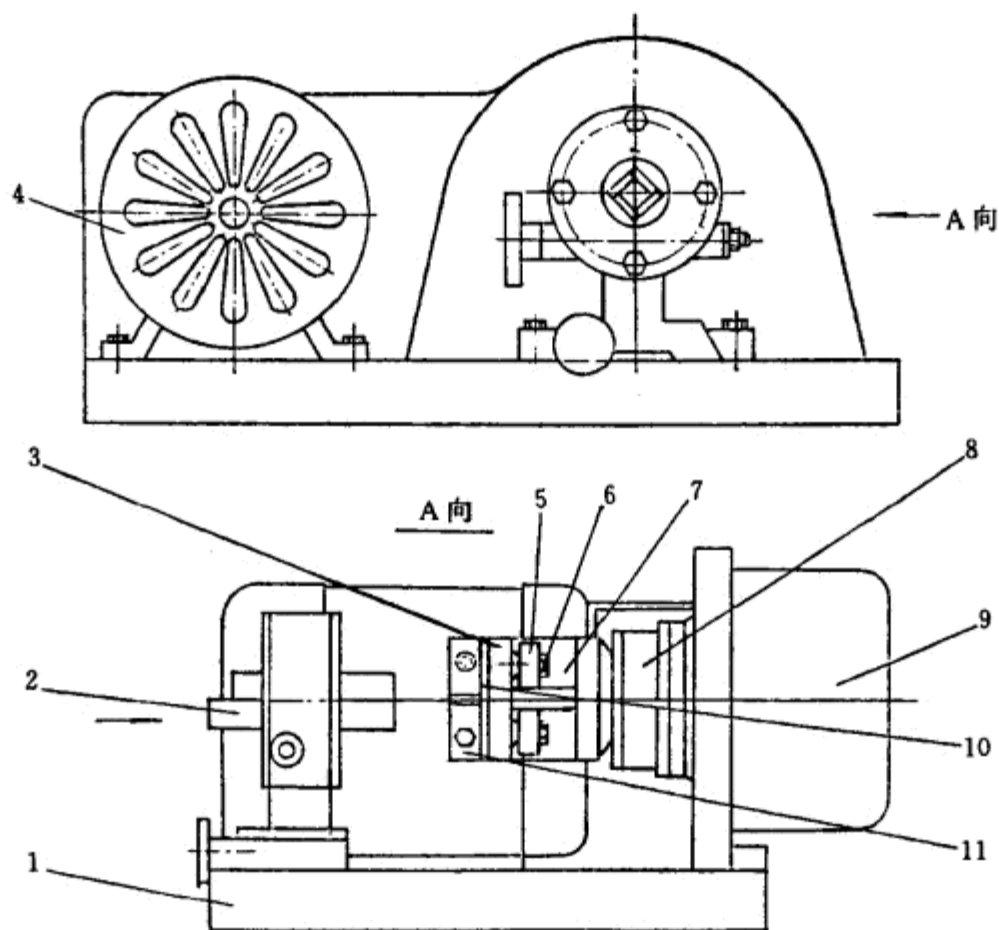


图 8-8 国产XS-10型木工圆棒机外形图

1—机座 2—进料引导部分 3—切削部分 4—电动机 5—滚槽轮
6—偏心轴 7—刀体 8—空心主轴 9—后罩 10—刀盘 11—刀片

轮旋转时所形成的内接圆直径略小于圆棒直径。三个滚槽轮在随刀体作公转运动的同时,又绕自身轴线作自转运动,从而在加工好的圆棒(光圆柱表面)上滚压出螺旋槽,同时产生轴向力,将加工好的圆棒送出。

主轴部分是由电动机4经V带驱动空心主轴8高速旋转,从而带动切削部分工作。

图8-9所示为XS-10型木工圆棒机的进料引导部分结构简图。它主要由带燕尾滑轨的主体1、四块调整滑块2、固定在四块滑块上的四块引导板3,调整手轮4及定位螺钉5等组成。带滑轨的主体1通过斜铁压板固定在机座上。工作调整时,可根据毛料的长短,转动定位螺钉5将带滑轨的主体1定位,以保证进料引导部分的四块引导板3同时分开或合拢,从而保证毛料中心始终与切削部分同

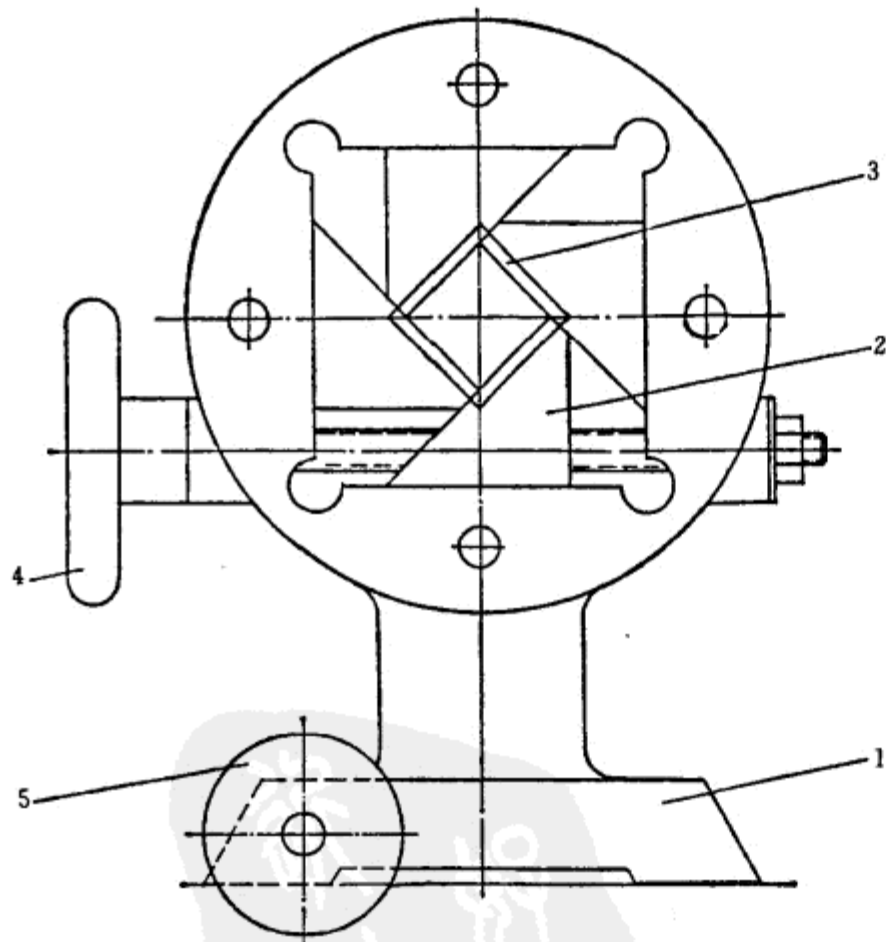
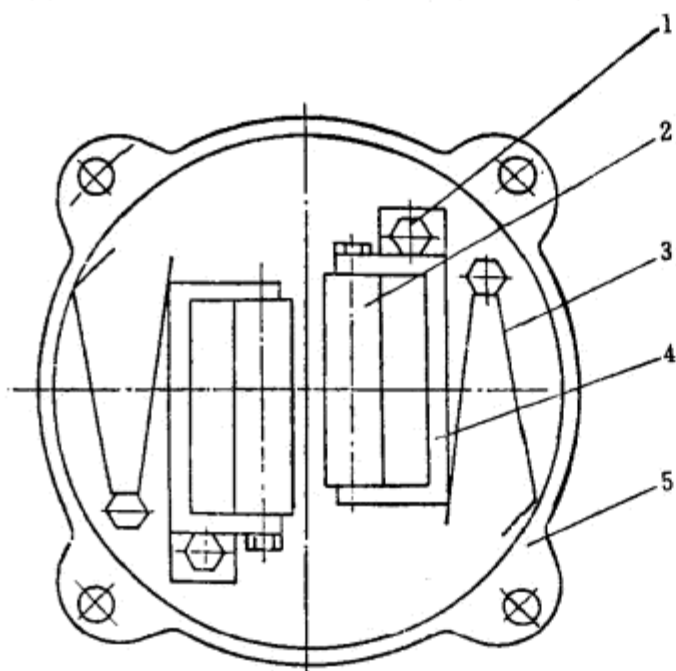


图 8-9 XS-10型木工圆棒机进料引导部分结构简图

1—带燕尾滑轨的主体 2—调整滑块 3—引导板 4—手轮 5—定位螺钉心,调整时以四块引导板3与毛料刚

好接触为宜,且勿压紧毛料而使毛料无法进入机内。

图8-10所示为后压滚部分的简图。它主要由小轴1、螺纹滚2、弹簧3、摆架4及后罩5等组成。



工作时,毛料被切削后通过空心主轴进入后压滚部分,两螺纹滚2通过弹簧3压紧切削后带螺纹的圆棒。摆架4可根据圆棒直径的不同而绕小轴1摆动,达到自动定心的目的,使不同直径的圆棒都可通过。

操作该机床时,应首先检查进料引导部分的四块引导板是否与刀片相摩擦,并根据毛料的大小调整进料引导部分,使四个滑块与毛料刚好接触。再检查切削部分与空心轴是否连接牢固。用手转动电动机皮带轮,确认各部分无卡滞现象,最后启动电动机,待刀头运转正常后,方可进行切削。

图 8-10 XS-10型木工圆棒机后压滚部分简图
1—小轴 2—螺纹滚 3—弹簧 4—摆架 5—后罩
进料速度4m/min,电动机功率0.8kW。

XS-10型木工圆棒机的主要技术参数如下:主轴转速3250r/min,旋制圆棒直径10mm,

二、圆棒截断机

圆棒截断机用于将圆棒机加工出表面带螺纹的圆棒截断成所需长度,并同时将其端部倒成一定角度的圆棒,供板式家具零、部件装配连接之用。该机床常与木工圆棒机配套使用,并常常安装在同一支架或工作台上。

图8-11所示为圆棒截断机的加工原理图。组合刀头2在作高速回转的同时,又向绕自身轴线回转的圆棒1作进给运动。圆棒在经圆锯片截成一定长度的同时又被锯片上下面的铣刀倒成一定的角度。

图8-12所示为国产MJ27型(按新国标应定为MJ298)圆棒截断机外形图。它由床身1、左摆动支架4、右摆动支架16、进料圆盘11、定位器12、进料盘拨转装置20、电动机18、减速器19等组成。

圆棒的截断、倒角由安装在右边摆动支架16上的组合刀头(锯片、铣刀)完成。刀轴由电动机18经两级V带传动副实现。14、17分别为刀头和皮带轮护罩。右摆动支架16的摆动由橡胶凸轮7底部的薄片凸轮控制。右摆动支架的位置由调节螺钉15和安装在其上的并与薄片凸轮接触的滚轮调整。弹簧5使薄片凸轮和滚轮始终保持接触。

进料圆盘11上加工有呈圆周分布的若干个 $\phi 15\text{mm}$ 的圆孔,以供插入需要加工的圆棒。进料圆盘11的回转由电动机16、V带、双级蜗轮蜗杆减速箱19、链传动副、进料圆盘拨转装置20带动。进料圆盘下面装

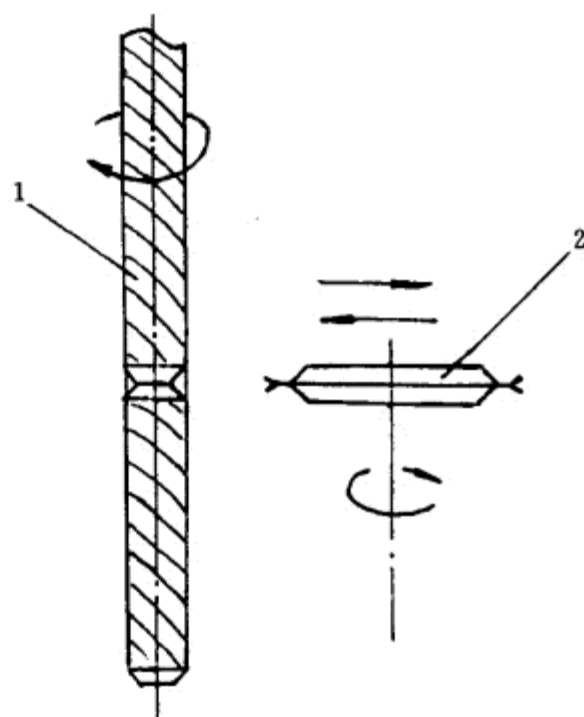


图 8-11 圆棒截断机的加工原理图
1—圆棒 2—组合刀头

有定位器12, 以保证进料圆盘每次回转一个圆孔的位置。当进料圆盘的圆棒转至导向管10的上面位置时, 圆棒靠自重落入导向管10内, 落入的长度决定于调节轨道内的位置挡块, 其加工圆棒的长度可由标尺6示出。导向管10的位置由螺钉9调节和固定。导向管内的圆棒在每加工一个圆棒后, 只有当橡胶凸轮7内凹面转至该位置时, 才能继续落入一个棒头的长度。橡胶凸轮内凹面转过该位置后, 凸轮则带动圆棒慢慢回转, 与此同时组合刀头作进给切削运动, 完成截断与倒角作业。橡胶凸轮7外缘面上共加工有两个内凹面, 并处于180°对称位置上, 故当凸轮每转一转时, 即完成两个圆棒的加工。当一根棒料加工结束后, 进料圆盘在拨转装置20带动下转过一定角度(即另一个圆孔位置), 使下一根棒料进入加工位置。安装在摆动支架4上的橡胶凸轮7的回转由链轮链条传动实现, 其位置由螺钉3调节, 弹簧2保证左侧摆动支架4上的调节螺钉3紧靠床身, 弹簧拉力由螺钉调节。

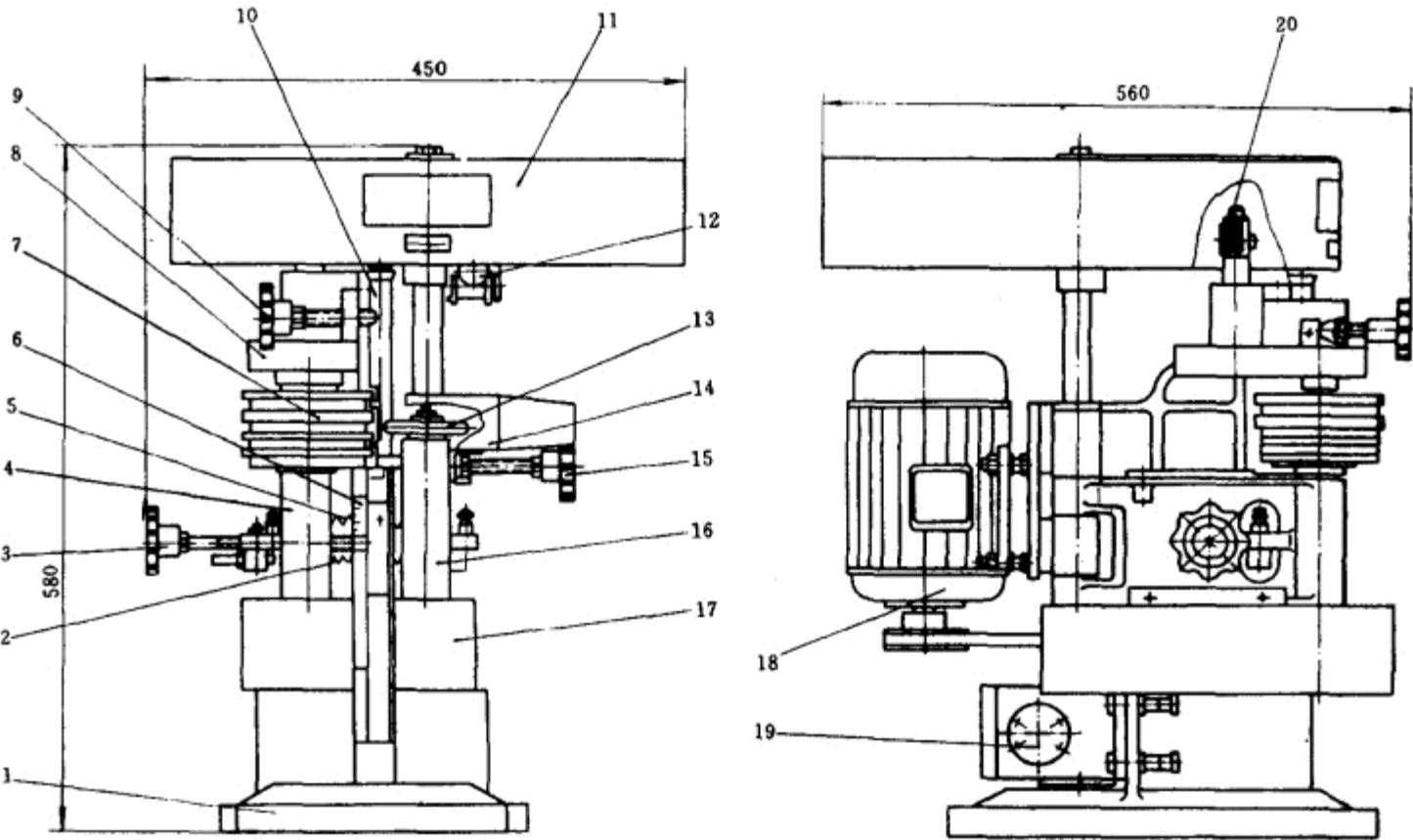


图 8-12 国产MJ27型圆棒截断机外形图

1—床身 2.5—弹簧 3、9、15—调节螺钉 4—左摆动支架 6—标尺 7—凸轮 8—链轮罩壳 10—导向管 11—进料圆盘
12—定位器 13—组合刀头 14、17—护罩 16—右摆动支架 18—电动机 19—减速器 20—拨转装置

表8-3为国产圆棒截断机的主要技术参数。

表 8-3 国产圆棒截断机主要技术参数

技术参数	MJ27型 ^①	BJJ1290型 ^②
截断圆棒直径/mm	6.8	6~12
截断圆棒长度/mm	30~150	30~90
生产率/个·min ⁻¹	31	31
电动机功率/kW	0.55	0.8
外形尺寸(长×宽×高)/mm	560×450×580	500×400×580
质 量/kg	65	65
生 产 厂	—	牡丹江木工机械厂

注: 表中①、②所列为各厂发展产品时所定型号, 按新国标规定应分别为①MJ298、②MJ2912。

第九章 砂 光 机

第一节 概 述

木工砂光机是用被覆磨料(砂纸或砂带)对零件、组件的表面进行砂光和抛光的机床。砂光机可以对木制构件、刨花板、纤维板、微薄木贴面板等进行砂光,对聚酯漆涂饰表面进行柔光。砂光机不仅可以加工平面,还可以加工外圆表面、内孔表面及各种圆弧面;不但在木器厂、家具厂、玩具厂大量应用,也应用于车辆厂和木模车间。砂光机具有加工效率高,光洁度和精度高,适用性广等特点,是木制品加工厂必备的设备之一。

根据砂光工具的形式和使用方法,一般把砂光机分为:辊式砂光机、盘式砂光机、带式砂光机、刷式砂光机、联合砂光机等几类。

(一) 辊式砂光机

辊式砂光机是将砂布缠绕在辊筒圆柱表面,对零件进行砂光。机床可分为单辊和多辊的,手工进给和机械进给的,单面砂削和双面砂削的,立式和卧式的。单辊多用于400mm以下方材、拼板组件的定厚与粗砂加工;多辊则用于大批量生产,宽幅面(800~2500mm)的板材、拼合板、胶合板及平面框架的定厚与精砂加工。

(二) 盘式砂光机

盘式砂光机是将砂纸粘贴在磨盘上,通过磨盘的旋转对工件平面或曲面进行砂光。按磨盘安装位置可分为单盘和双盘、立式和卧式、磨具在上和在下的几种。生产中通常只利用磨盘直径的30%,适用于家具和木模制造。此类机床生产效率较低,应用较少。

(三) 带式砂光机

带式砂光机是将无端砂带张紧在两个或两个以上的带轮上,带轮的旋转使砂带产生切削运动,实现对零件的加工。按照结构形式,可分为立式和卧式、单砂带和多砂带、手工进给和机械进给。砂带宽度在400mm以内为普通带式砂光机,600mm以上为宽带砂光机。

宽带砂光机是一种高效、高度自动化的砂光设备,广泛应用于大幅面人造板、板式家具零件及实木的砂削加工,即可完成定厚砂光(即保证工作厚度又保证工件表面光洁度)。按结构形式也有单砂带,双砂带,多砂带;砂带在工作台上面、砂带在工作台下面、或上下两面;进给方式也有履带进给及滚筒进给。

(四) 刷式砂光机

刷式砂光机是将若干刷子和砂纸交错地分布在圆筒的圆周上,砂纸的另一端卷绕在套筒上。当圆筒高速回转时,砂纸利用本身的离心力和刷子的弹力压向工件表面进行砂光。刷式砂光机可用于砂削成型表面。

(五) 联合砂光机

可以将辊式和盘式结合在一起,盘式和带式联合在一起,也可以与车削、四面刨、精光刨等组合在一起,作为精砂和抛光加工。

第二节 带式砂光机

带式砂光机是将无端砂带张紧在两个或两个以上的带轮上,带轮的高速旋转带动砂带产生切削运动,以实现对工件的砂削加工。带式砂光机的砂削厚度一般为 $0.5\sim 2\text{mm}$,带轮直径为 $100\sim 300\text{mm}$,砂带的砂削速度为 $15\sim 25\text{m/s}$,砂带的宽度取决于机床的结构。带式砂光机使用的砂带大多数是布质的,也有采用纸质的。砂带张紧后的直线段、圆弧段均可以作为砂削区,用以加工平面的、成型的和弯曲的各种木制零件。

一、普通窄带式砂光机

砂带宽度在 400mm 以内的为普通带式砂光机,有工作台固定的和移动的等类型。

(一) 工作台固定的窄带式砂光机

这类机床有卧式的[图9-1(a)、(b)、(c)]和立式的[图9-1(d)、(e)、(f)]二类。由于机床结构简单,制造容易,维修方便,故应用比较广泛。

图9-1(a)为手工进给固定工作台的卧带式砂光机。用于平面砂削,如木材、拼板、贴面板等零部件。在整体床身的右面台架1上,安装有电动机2,联轴节与主动带轮3直接联结,并设有防护罩4,从动带轮5安置在床身的左面台架6上,其轴承支座安装在叉形的张紧架7上,张紧架尾部套装在套筒8内,由手把9操纵杠杆机构,使张紧架在套筒内移动,以调整两个带轮间的距离,保证砂带获得适当张紧度,锁紧器10将调整后的带轮5定位。为使砂带稳定在带轮的一定位置上,带轮的轴承座(或支承台架)在结构上必须具有可沿轴向偏移微小角度的调整机构。

图9-1(b)为机械进给的卧带式砂光机,零件14由滚筒12纵向进给,磨削压力可以调节,加工质量较高。

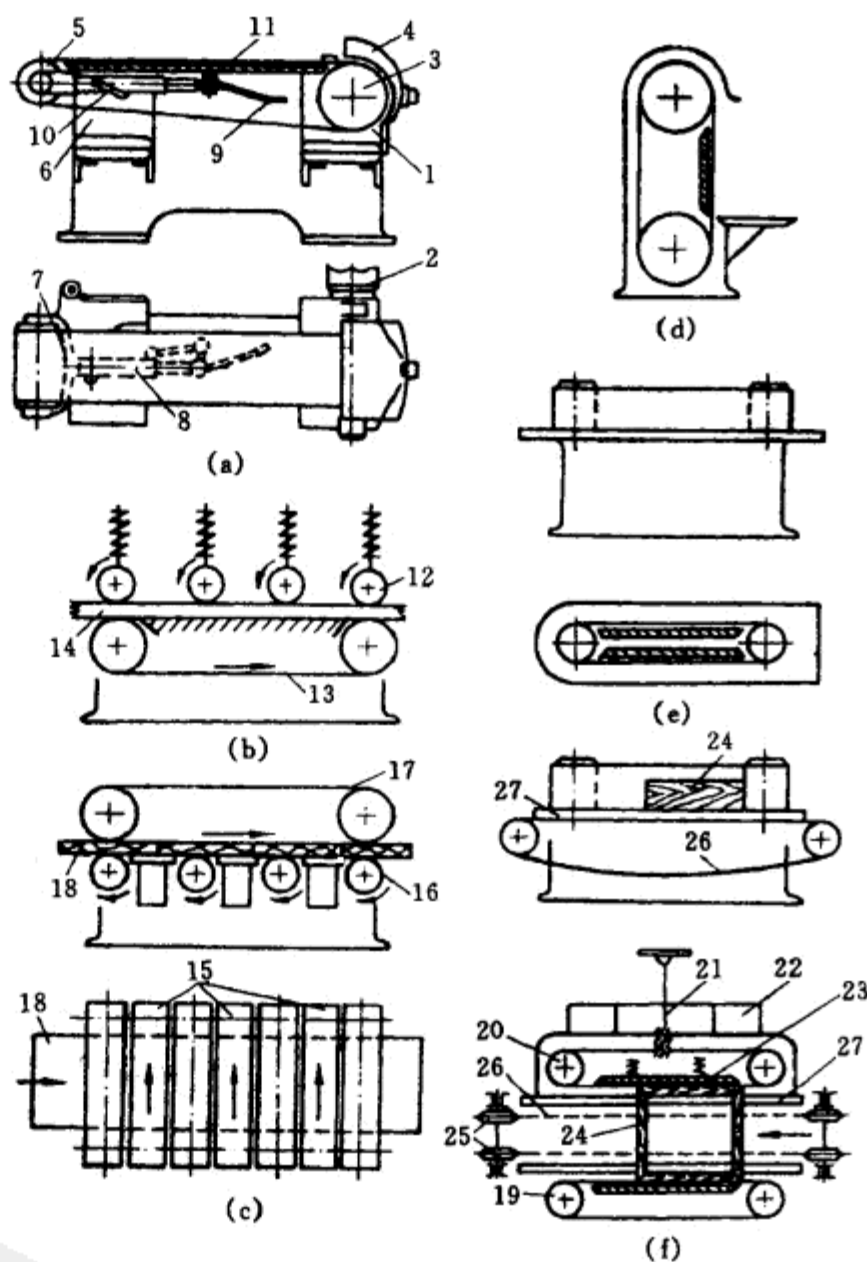


图 9-1 工作台固定的带式砂光机示意图

(a)、(b)、(c) 卧式带式砂光机 (d)、(e)、(f) 立式带式砂光机

- 1—右面台架 2—电动机 3—主动带轮 4—防护罩 5—从动带轮
6—左面台架 7—张紧架 8—套筒 9—手把 10—锁紧器 11—工作台
12—滚筒 13—砂带 14—工件 15—砂带 16—滚筒 17—履带
18—零件 19—左砂带 20—右砂带 21—丝杆机构 22—导轨
23—支承台 24—工件 25—主动链轮 26—链条 27—导尺

图9-1(c)为另一种机械进给的卧带式砂光机,零件18由滚筒16、履带17横向进给。因加工基准面调节比较麻烦,使用受到一定限制。

图9-1(d)为砂带直立的带式砂光机。

图9-1(e)为手工进给的砂带卧立带式砂光机,它适宜加工零件或组件的平面或圆角。

图9-1(f)为机械进给的砂带卧立带式砂光机。左砂带19固定,右砂带20通过丝杆机构21沿导轨22移动,砂带背面有弹簧压紧的支撑台23,主动链轮25带动链条26上的挡块,使工件24沿基准导尺27移动。进给速度一般为2~4m/min,砂带的传动功率约为2kW。在实际生产中可以将这种机床组合(2~3台)成自动流水线,同时加工零件或组件的4~6面。

(二) 工作台移动的窄带式砂光机

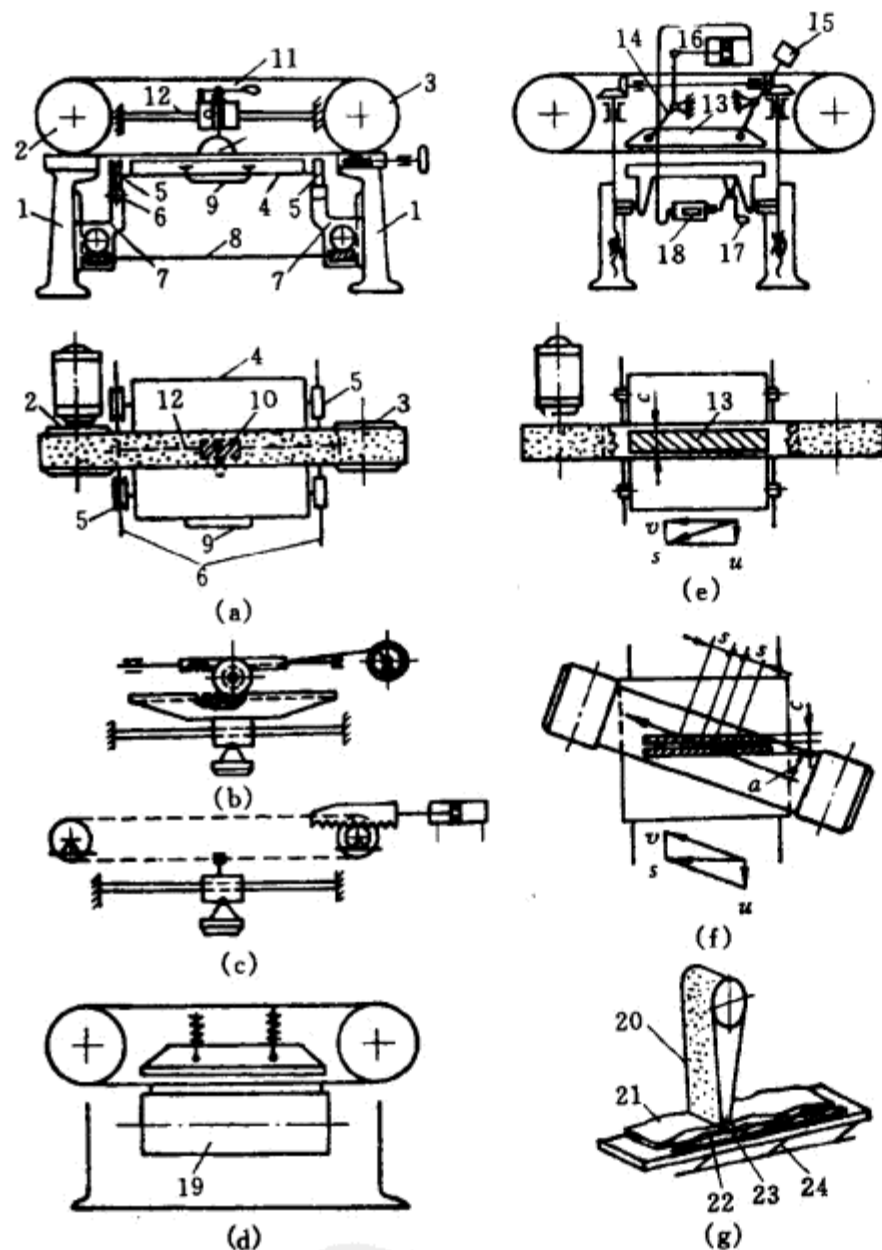


图 9-2 工作台移动的窄带式砂光机

(a)、(b)、(c) 采用短形压紧块 (e)、(f) 采用长形压紧块

(d) 履带进给 (g) 具有浮动工作台,砂带张紧小轴上

1—机架 2—主动带轮 3—从动带轮 4—工作台 5—滚轮 6—导轨

7—托梁 8—轴 9—手把 10—压紧块 11—手柄 12—导向空心轴

13—压紧块 14—杠杆 15—平衡锤 16—油缸 17—手柄 18—换向阀

19—进给履带 20—砂带 21—工件 22—仿形样板 23—小轴 24—浮动装置

保证整个工作台面均可砂削到。机床应设置吸尘装置,以便及时排除砂屑。

这种砂削方式,操作工人必须一手控制工作台前后移动,另一手控制压紧块左右移动,且

图9-2(a)为横向手工进给的窄带式砂光机。国产机床常使用的砂带宽度为150mm,两带轮的中心距为2810~2940mm,砂带砂削速度22.5、11.3m/s,带轮转速1340、675r/min,加工零件最大高度560mm,电动机功率3kW。机床供砂削大面积的胶合板、拼合板、胶贴薄木的细木工板、缝纫机台板等。当使用毡带时可对零件表面进行抛光。

图9-2(a)所示的砂光机由两个相互联结的机架1组成床身,在台架上安装由电动机直接带动的主动带轮2和具有砂带张紧调节机构的从动带轮3,工作台4由滚轮5支撑着,沿左右两导轨6前后移动。导轨分别固定在托梁7上,左右托梁由轴8通过丝杆螺母或齿轮齿条机构沿机架1的导轨同时垂直移动,以调整工作台4的高度。手把9用于推动工作台前后移动。短形压紧块10,由人工施加一定的压力压在砂带背面,压紧块的长度为200~250mm、宽度为100mm左右。压紧块由长手柄11控制砂削区,它装在一根空心导向轴12上,并能轻巧地沿导向轴左右移动,并下压进行砂削,从而

要求二者互相协调,故劳动强度较大。因此,可采用曲柄连杆机构[图9-2(b)]或液压控制的齿轮齿条扩大机构[图9-2(c)]来实现压紧块的往复运动。

采用长形的压紧块,则可在零件的全长上进行砂削,同时砂削压力大小的控制和调节都比较方便。这类机床有砂带的运动方向与压紧块平行的[图9-2(d)]或成一定角度的[图9-2(e)]两类。图9-2(d)所示的压紧块是由液压控制的,由长形压紧块13、杠杆14、平衡锤15、油缸16、手柄17及换向阀18等组成,手柄17使换向阀18改变进入油缸的油流方向,通过杠杆机构控制压紧块的压紧与放松。

图9-2(f)为工件由履带进给而压紧装置固定不动的带式砂光机,能连续砂削,此类机床的生产率较高。

图9-2(g)为具有浮动工作台、砂带张紧小轴上砂光机,可以砂削凹凸不平的曲面零件。

二、宽带式砂光机

宽带式砂光机广泛应用于砂削大幅面人造板(中密度纤维板、刨花板、胶合板等)、板式家具零件、实木拼板及实木。

(一) 概述

1. 宽带式砂光机的优点

宽带式砂光机的砂带宽度大于工件的宽度,砂削家具零件的砂带宽度一般为650~1130mm,砂削人造板的砂带宽度一般为1100~1950mm。因此对板材的平面砂磨,只须工件作进给运动即可,且允许有较高的进给速度,故生产率高。此外,宽带式砂光机的砂带比辊式砂光机的要长得多,因此砂带易于冷却,且砂带上磨粒之间的空隙不易被砂屑堵塞,故宽带式砂光机的砂削用量可比辊式砂光机大,辊式砂光机磨削板材时,砂削深度一般最大为0.5mm,而宽带式砂光机砂削深度最大可达1.27mm。辊式砂光机进料速度一般为6~30m/min,而宽带式砂光机为18~60m/min,最高可达92m/min。宽带式砂光机砂带的使用寿命长,砂带的更换也比辊式的方便、省时。宽带式砂光机砂削时,可几根砂带组合砂削,且砂带沿轴向窜动,故砂削工件的表面质量好、光洁度高。由于上述种种优点,宽带式砂光机几乎替代了其它形式的砂光机而用于大幅面板材的砂光。

2. 宽带砂光机的砂架形式

按照加工要求的不同,有些砂光机可完成两种工作:定厚砂光,即既能保证工件厚度又能保证工作表面光洁度;表面修整砂光,即只能保证工件表面光洁度而不能保证工作厚度。有些砂光机则只能完成表面砂光。

砂架是砂削的组合物(砂削头)。砂架形式是指砂带与工件的接触形式。砂架形式有三种,即辊式砂架、压带式砂架、组合式砂架,如图9-3所示。

图9-3(a)为辊式砂架示意图。砂带张紧在两个辊筒上,接触辊2将砂带1压紧在工件6的表面上进行砂光。接触辊具有一定的硬度,砂带与工件接触面积小,砂削压力大,砂带粒度粗,砂削量大,砂削表面残留划痕,故一般用于粗砂作定厚砂光。

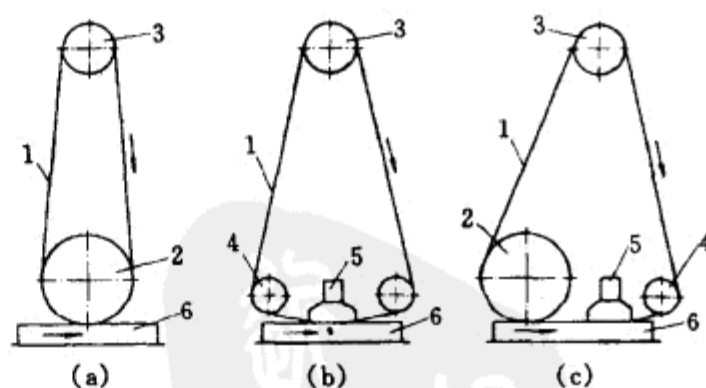


图 9-3 宽带式砂光机的砂架形式

(a) 辊式砂架 (b) 压带式砂架 (c) 组合式砂架
1—砂带 2—接触辊 3—张紧辊
4—导向辊 5—压带器 6—工件

图9-3(b)为压带式砂架示意图。砂带张紧在三个辊筒上,通过处于两个平行排列的导向辊4中间的弹性压带器(压垫)5将砂带1压紧在工件6的表面上进行砂光。压带器有一定的宽度,砂带与工件的接触面积较大,砂削压力较小,砂带粒度细,砂削量小,砂削表面光洁,故用于精砂。

图9-3(c)为组合式砂架示意图。组合式砂架是由接触辊2和压带器5组合而成。它具有三种功用:升起压带器,降下接触辊,则成为辊式砂架,用于粗砂;升起接触辊,降下压带器,则成为压带式砂架,用于精砂;同时降下接触辊和压带器,则成为组合式砂架,用于联合砂光(粗、精砂)。

在各种形式的砂架中,驱动砂带的辊筒是不同的。少数砂光机是以接触辊和导向辊作为驱动辊,或设置单独的驱动辊。多数砂光机是以张紧辊作为驱动辊。为了使砂带沿轴向窜动,则张紧辊需作微量摆动。张紧辊作为驱动辊且又要摆动,其与电动机的联系方式有两种:一种为电动机经皮带传动带动张紧辊,电机随张紧辊一起摆动;另一种为电动机经万向轴与张紧辊相连,张紧辊摆动,电机不动。

3. 宽带砂光机砂架的组合与配置
根据加工要求的不同,宽带式砂光机砂架的组合与配置具有多种形式。常用的形式如图9-4所示。

3. 宽带砂光机砂架的组合与配置

根据加工要求的不同,宽带式砂光机砂架的组合与配置具有多种形式。常用的形式如图9-4所示。

图9-4(a)为单个辊式砂架配置在工作台上的砂光机,用于粗砂。

图9-4(b)为单个压带式砂架配置在工作台上的砂光机,用于精砂。

图9-4(c)为辊式与压带式两个砂架组合,配置在工作台上的砂光机,工件一次通过完成粗砂和精砂。

图9-4(d)为一个辊式与两个压带式砂架组合,配置在工作台上的砂光机,工件一次通过可获得光洁的表面。

图9-4(e)为单个辊式砂架,配置在工作台下面的砂光机,粗砂工件(胶合板)的背面。

图9-4(f)为两个辊式砂架组合,对称配置在工作台上、下两面的双面砂光机,用于定厚粗砂。

图9-4(g)为两个辊式砂架和两个组合式砂架组合,配置在工作台上、下两面的双面砂光机,对称配置的两个辊式砂架完成定厚粗砂,错开配置的两个组合式砂架完成精砂或联合砂光。

在家具生产中,常用图9-4(c)、(d)所示的砂架配置形式。

4. 宽带式砂光机的类型

宽带式砂光机,按砂带数目分为:单砂带式,双砂带式,多砂带式。按砂带相对于工作台的

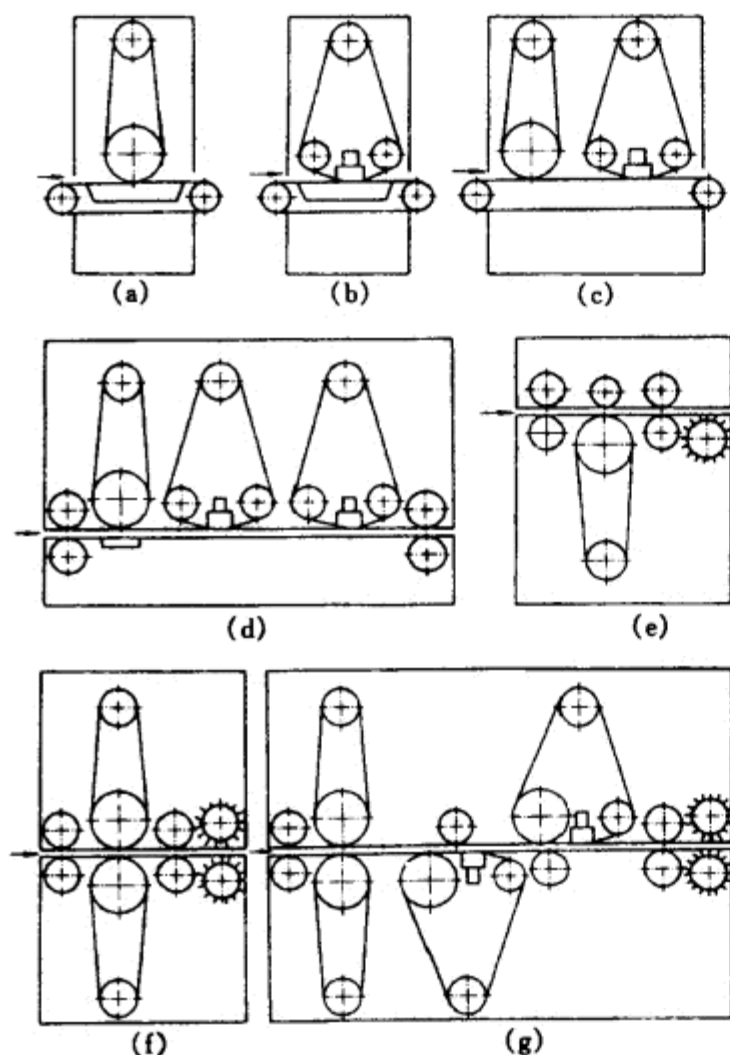


图 9-4 宽带砂光机砂架的组合与配置

- (a) 单辊式砂架配置在工作台上面
- (b) 单压带式砂架配置在工作台上面
- (c) 辊式和压带式双砂架组合配置在工作台上面
- (d) 一个辊式和两个压带式砂架组合配置在工作台上面
- (e) 单辊式砂架配置在工作台下面
- (f) 双辊式砂架组合对称配置在工作台上、下两面
- (g) 两个辊式砂架和两个组合式砂架组合配置在工作台上、下两面

配置位置分为:砂带位于工作台上(砂削工件表面),砂带位于工作台下面(砂削工件背面),砂带位于工作台上、下两面(同时砂削工件两面)。按进给机构的类型分为:履带进给的宽带式砂光机和滚筒进给的宽带式砂光机。前者主要用于胶合板、硬质纤维板、细木工拼板和窗框等的砂光,后者主要用于中密度纤维板和刨花板等。本节主要介绍履带进给的宽带式砂光机。

(二) 履带进给单面宽带式砂光机

履带进给单面宽带式砂光机,其工作台与进给机构连成一体,进给履带(橡胶带)沿工作台面循环滑行,带动工件通过砂带。通过升降工作台来调整通过工件的厚度。根据砂削工件的要求不同,工作台连同进给机构被调整到一定高度后,可以使其固定或处于弹性浮动状态。

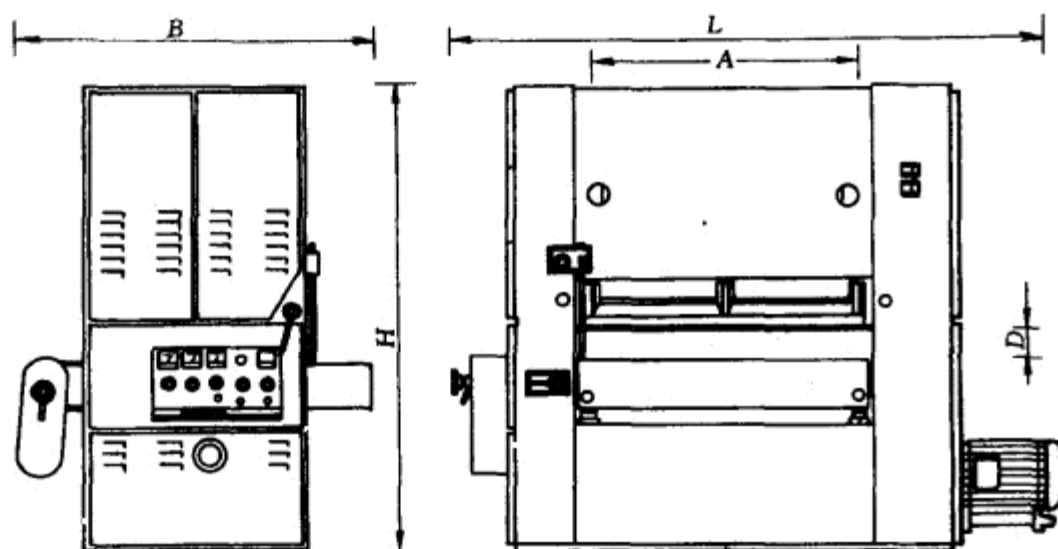


图 9-5 CSB2-1300型宽带式砂光机外形图

这里,介绍荷兰范德林顿工厂制造的CSB2-1300型宽带式砂光机。它属于履带进给的宽带式砂光机,适用于砂光各种人造板、板式家具零件以及窗框等。CSB2-1300型宽带式砂光机具有两个砂架配置在机床的上部,第一个砂架为辊式砂架,用于粗砂;第二个砂架为压带式砂架,用于精砂。

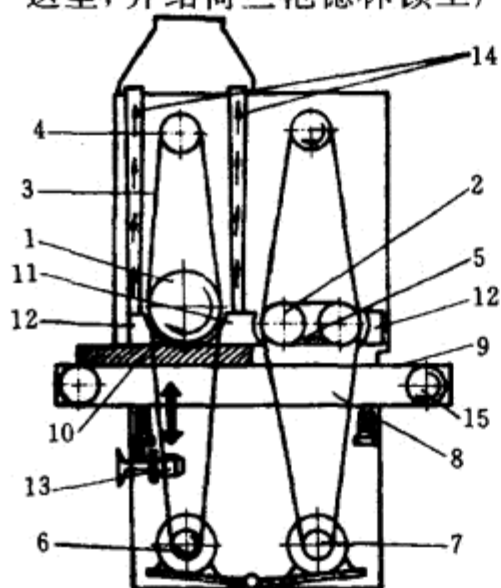


图 9-6 CSB2-1300型宽带式砂光机结构示意图

- 1—第一号砂架 2—第二号砂架 3—砂带
4—张紧辊 5—压带器 6、7—电动机 8—工作台
9—进给履带 10、11、12—前、中、后压力规尺
13—工作台升降电机 14—除尘管
15—进给履带传动装置

1. 组成及工作原理

如图9-6所示,该机主要由机架、砂架、压力规尺、工作台、进给机构、控制机构及除尘装置等组成。

其工作原理为:被砂削的工件置于绕在工作台8上的进给履带9上,传动装置15带动履带及工件沿工作台面滑行,依次通过由电动机6、7分别驱动的辊式砂架1和压带式砂架2,以及相间配置的压力规尺10、11和12,接触辊和压带器将砂带压在工件表面上进行砂光。砂下的木粉经吸尘管14被吸走。

前压力规尺10的高度是可以调整的,调至某一高度后,可使其固定或处于浮动状态。工作台8安装在四根丝杆上,其高度可借助电动机13或手轮来调整,调至某一高度后,可使其固定或处于浮动状态。因此,该机可完成两种砂削工作。定厚砂光时,工作台固定,前压力规尺浮动;表面砂光时,工作台浮动,前压力规尺固定。而砂削量是由前压力规尺的下表面和中、后压力规尺下表面之间的高度差来限定。

2. 砂架

1) 辊式砂架

图9-7为辊式砂架结构图。砂带套装在接触辊1和张紧辊2上,利用气缸3使其张紧,气缸由开关4控制。张紧辊2上升的极限位置是由螺栓5上的限位螺母来控制的。调整接触辊1的高度时,放松锁紧手柄11,转动手柄8,通过链传动9,转动偏心轴承套10来实现,再用手柄11锁紧。更换砂带时,降下张紧辊2,放松手柄6,取出垫块7,即可从缝隙中拉出砂带。

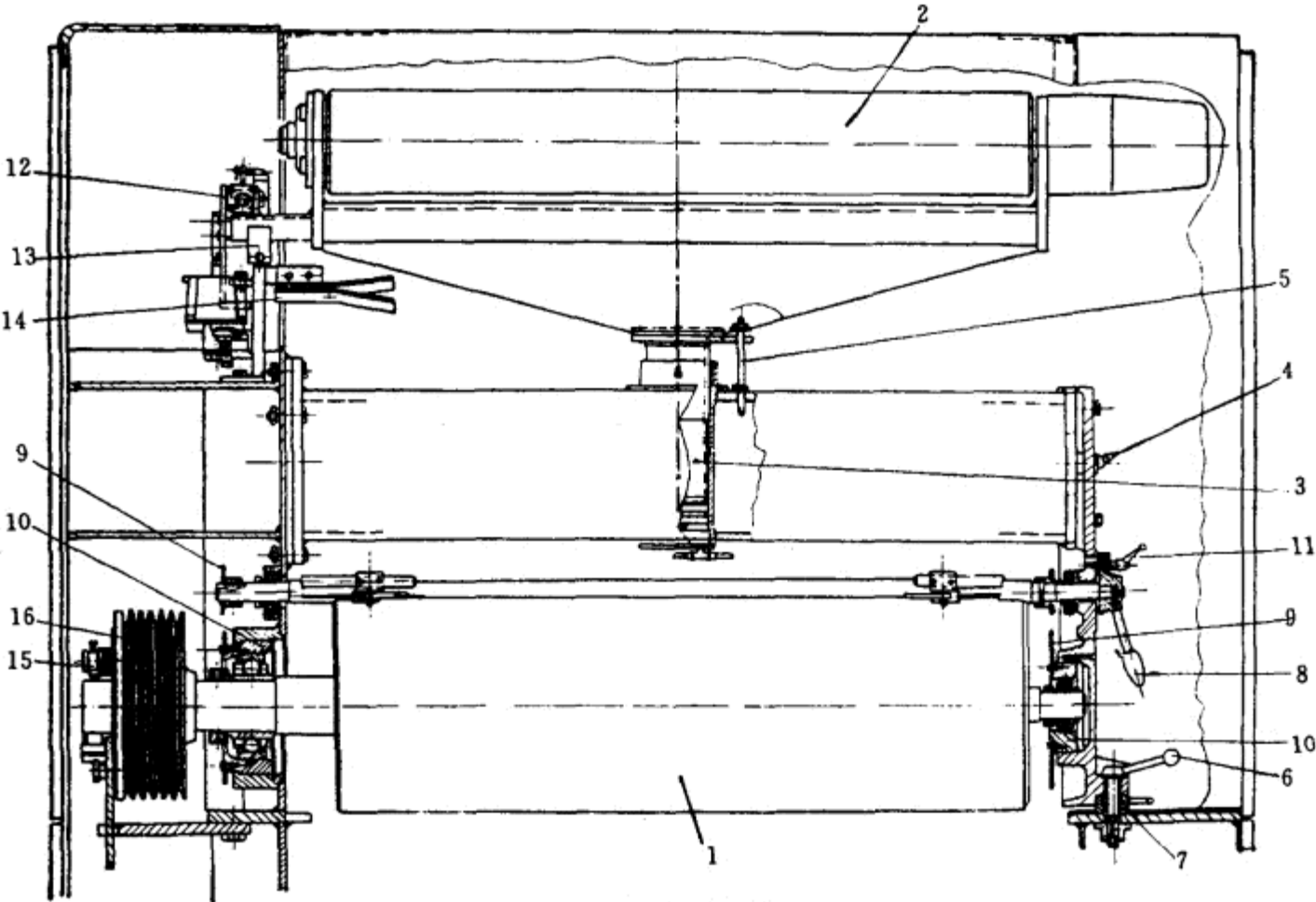


图 9-7 辊式砂架结构图

1—接触辊 2—张紧辊 3—气缸 4—压缩空气开关 5—支承螺栓 6,8,11—手柄 7—垫块 9—链传动
10—偏心轴承套 12—调压阀 13—压力表 14—V形架 15—制动闸 16—皮带轮

张紧砂带的空气压力由调压阀12调节,并由压力表13显示压力的大小。砂带轴向往复窜动是由装在V形架14上的气动信号传送器控制的。

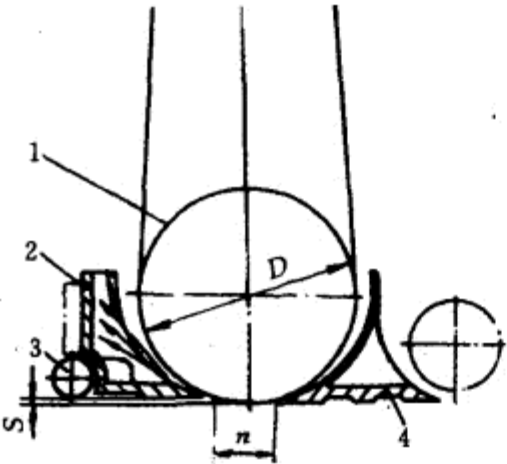


图 9-8 接触辊的工作原理图

1—接触辊 2—前压力规尺
3—引导辊 4—中间压力规尺

的粒度号为60~100号,表面砂光时所用砂带的粒度号为80~100号。

发生故障(脱带或断裂等)时,砂带作用于安全开关上,切断主电动机的电源,同时接触辊端部的气动制动闸15立即动作,可在2~3s内使接触辊停止转动。制动闸15装在驱动接触辊的皮带轮16内。

接触辊为一钢制圆筒,其表面包覆硬橡胶层(硬度约为80邵尔A),并沿45°螺旋角开有螺旋槽。接触辊运转时,空气在其螺旋槽中流通,起到冷却砂带的作用。因此,允许采用较大的研磨压力和加工余量。由于表面橡胶很硬,弹性变形及磨损较小,砂带与工件表面的接触宽度很窄,砂屑便不易粘附于砂粒空隙中,因而适用于较大的砂削深度。砂下的砂屑经过规尺上的吸尘口被排除,如图9-8所示。定厚砂光时所用砂带的

2) 压带式砂架

图9-9为压带式砂架结构图。压带式砂架与辊式砂架的不同点在于:砂带被张紧在三个辊

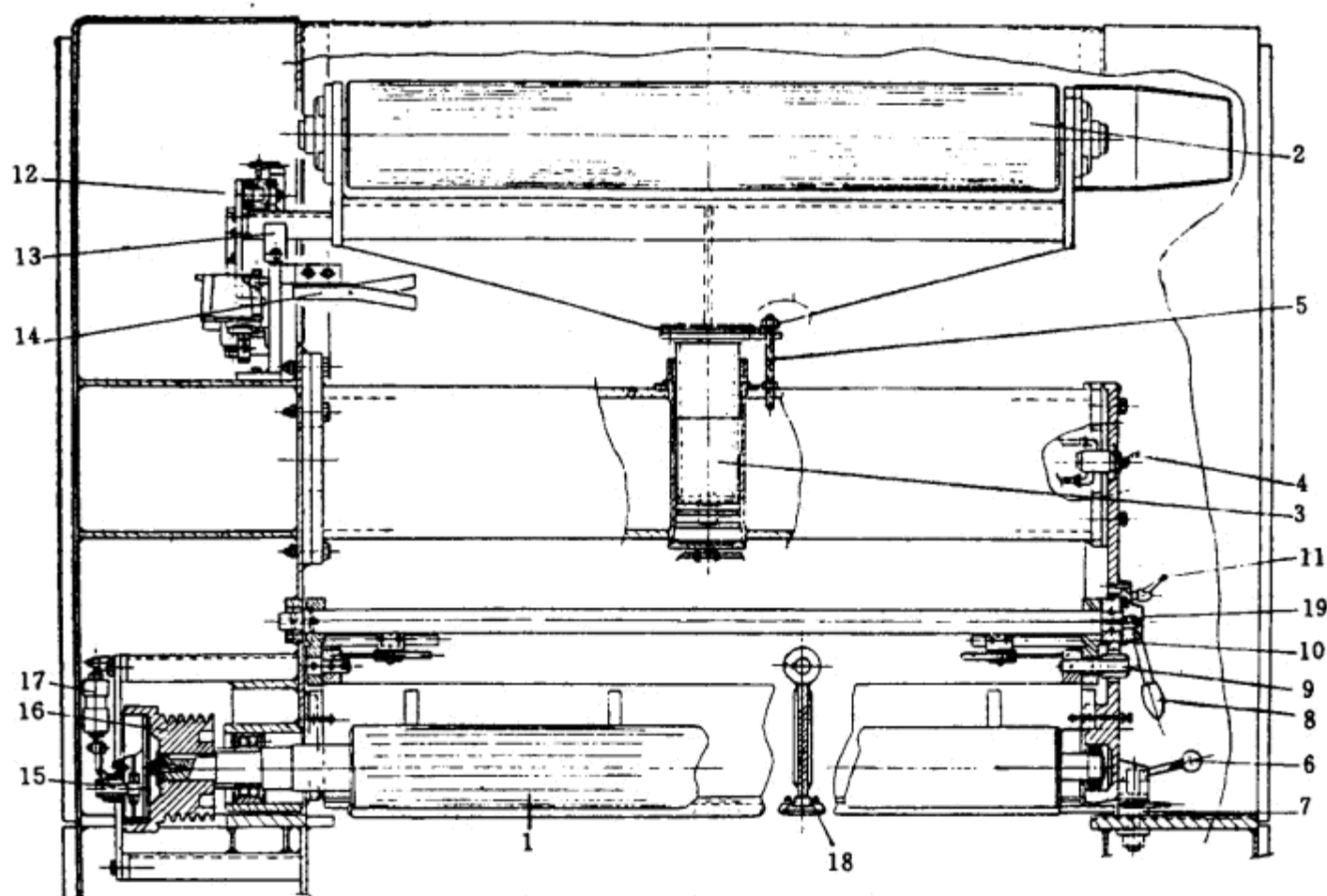


图 9-9 压带式砂架结构图

- 1—主动辊 2—张紧辊 3,17—气缸 4—压缩空气开关 5—支承螺栓
6,8,11—手柄 7—垫块 9—销轴 10—吊架 12—调压阀 13—压力表
14—V形架 15—制动闸 16—皮带轮 18—压带器 19—偏心轴

筒上,在两个主动辊1的中间装有压带器18。压带器借助销轴9装在吊架10上。放松锁紧手柄11,转动手柄8,通过偏心轴19升降压带器而调整其高度。在两个主动辊之一的轴端皮带轮16内装有制动闸15。

压带器为一铝制的长条平板,其工作表面经磨光并包覆一层含石墨的布,以减少与砂带背面的摩擦和由于摩擦而产生的热量。压带器安装在可调的垂直支架上。压带器使砂带与工件有较宽的平面接触,而且所采用砂带的粒度号较大,所以参与工作的砂粒多而细,单位压力较低,以较小的砂削用量消除辊式砂架粗砂时残留的划痕,达到精砂的目的。所用砂带规格与辊式砂架的相同,但粒度号较大,定厚砂光时所用砂带的粒度号为100~150号,表面砂光时所用砂带的粒度号为120~150号。

3. 压力规尺

图9-10为压力规尺结构图。压力规尺共有三个,其中前规尺1的高度可调,中间规尺2和后规尺3安装在同一高度上且固定不动。前规尺与中、后规尺的下表面之间的高度差即为砂削量(砂削深度)。接触辊圆周的最低点应被调整到比中间规尺

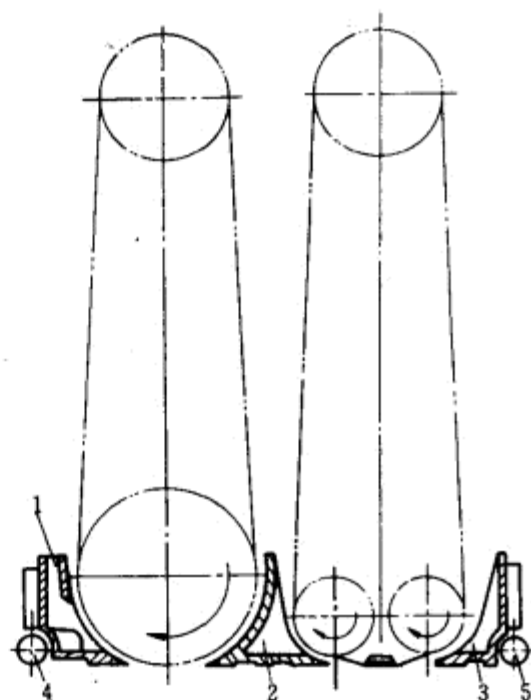


图 9-10 压力规尺

- 1—前规尺 2—中间规尺 3—后规尺
4—前引导辊 5—后引导辊

下表面低0.05~0.2mm,其目的是使工件易于从中、后两规尺的下面通过。

前规尺1被调整到某一高度后,可以固定也可以浮动。前者用于表面砂光,后者用于定厚砂光。

前后两规尺各配有一个引导辊4、5,以利于工件的导入和退出。

规尺兼做吸尘口,以排除砂下的木粉。

4. 砂带轴向窜动控制装置

为了防止砂带跑偏而滑脱,提高砂削表面的质量,砂带作等速回转的同时,并沿辊筒轴线方向在两端极限位置之间往复窜动。这一运动是由专门的气动控制装置实现的。

图9-11为砂带轴向窜动控制装置示意图。张紧辊1由偏心轴2带动,以张紧气缸3的柱塞为轴心在水平面内往复摆动,则砂带沿轴向往复窜动。砂带窜动的方向决定于张紧辊的摆动方向,而张紧辊的摆动又由砂带的位置来控制。当砂带4处于左边位置时,来自气路B的控制气流(压力0.4~0.45MPa),经传送器5到接收器6内,并进入气控二位四通换向阀7的先导薄膜阀内,则换向阀7换向。主气路A的气流(压力0.45MPa)经减压阀8(压力降到0.3MPa)及换向阀7进入气缸10的右腔,活塞杆伸出,推动圆盘11转动,通过圆盘上的偏心轴2带动张紧辊1摆动,于是砂带开始向右边窜动,当砂带边缘阻断传送器5与接收器6的通路时,则换向阀7中的先导薄膜阀失去气压作用,换向阀7复原。主气路的气流进入气缸10的左腔,活塞杆缩回,圆盘11反转,则偏心轴2带动张紧辊1向另一边摆动,于是砂带又开始向左窜动。如此连续地重复,利用手柄12调整砂带窜动的幅度,调整后应锁紧手柄。

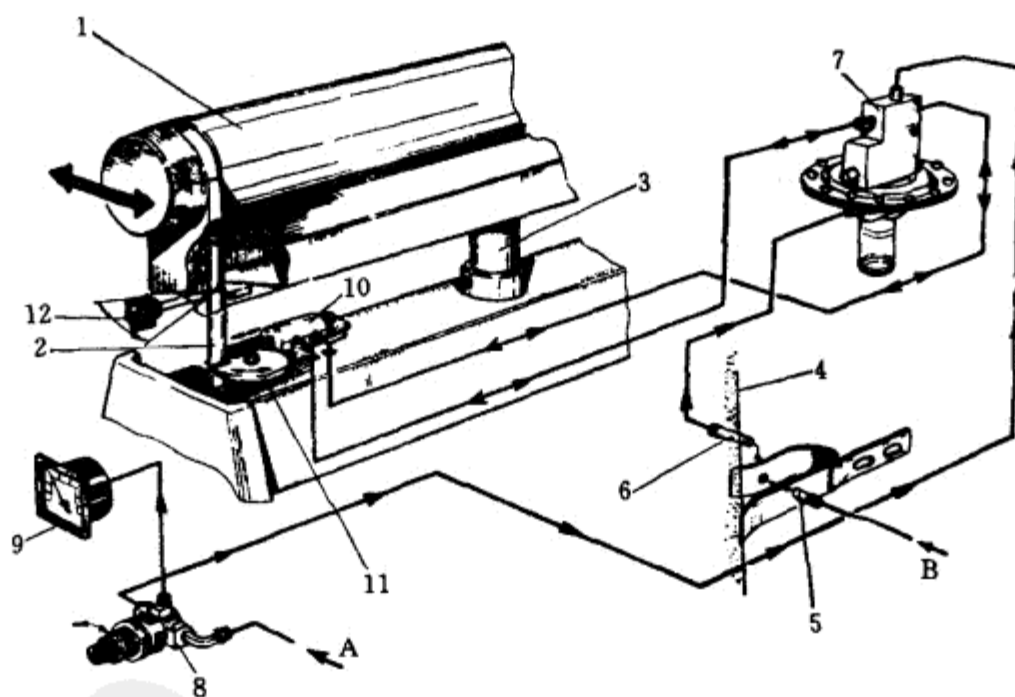


图 9-11 砂带轴向窜动控制装置

1—张紧辊 2—偏心轴 3—张紧气缸 4—砂带 5—传送器 6—接收器
7—薄膜式气控二位四通换向阀 8—减压阀 9—压力表 10—气缸 11—圆盘 12—手柄

5. 制动装置

辊式砂架的接触辊一端及压带式砂架的一个主动辊端均装有制动装置(图9-7、图9-9之15),以备紧急情况下制动。两个制动装置的结构基本相同。

图9-12为压带式砂架主动辊制动装置图。制动鼓1与传动皮带轮制成为一整体,并安装在辊筒轴上。与机架相连接的支架2上固定着制动闸的所有零件。圆盘3焊接在支架2上,圆盘的一侧用销轴4铰接地安装着两片半圆形的闸瓦5,在它们的工作表面上固定有摩擦片6。砂光机正

常工作时,两片闸瓦由两根弹簧7拉紧收拢,使摩擦片6与制动鼓1分离。圆盘的另一侧装有凸轮8,凸轮轴通过杠杆9与单作用气缸10的活塞杆相连。制动时,控制气缸的换向阀动作,压缩空气进入气缸上腔,推动活塞,并通过杠杆9使凸轮8转动,张开闸瓦5,其上摩擦片立即与制动鼓内表面接触而刹住制动鼓(皮带轮)。松开时,气缸上腔压缩空气排空,在扭转弹簧11的作用下,使凸轮8与气缸活塞杆复位。

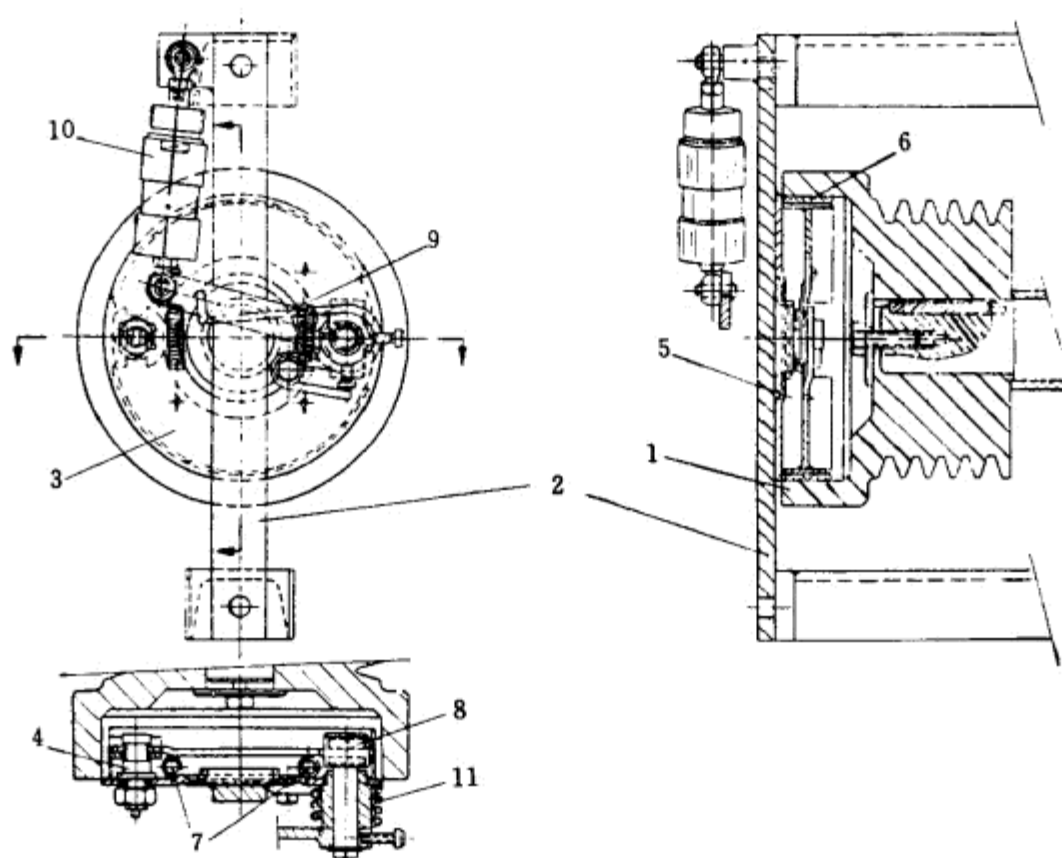


图 9-12 制动装置

1—制动鼓 2—支架 3—圆盘 4—销轴 5—闸瓦
6—摩擦片 7—弹簧 8—凸轮 9—杠杆 10—气缸 11—扭转弹簧

6. 工作台与进给机构

图9-13为工作台与进给机构结构图。整个工作台部件安装在四根升降丝杆7上,可按砂削工件的厚度调整其高度。当进行表面砂光而不要求达到相同厚度时,应将工作台调整到浮动状态;当进行定厚砂光时,则应将工作台固定到某一高度上。工作台浮动的调整,旋转手轮8(每侧各一),使丝杆端部的螺母锁紧块后退与导轨9(每侧各一)分离,导轨9和横梁10之间可有相对位移,即导轨9可沿固于机架上的导向槽或滚轮垂直移动。工作时,工作台的重力及砂削负荷通过转臂11和横梁10作用在拉伸弹簧12上,使工作台下移。当负荷去除时,在弹簧12作用下,工作台又上升复位。因此,随着砂削负荷的变化,工作台即可实现浮动。工作台的浮动范围约3mm。弹簧12拉力的大小(即浮动灵敏度)可用手轮13来调节。旋转手轮8锁住导轨9,即可消除浮动而使工作台固定。

进给履带1绕装在工作台两端的辊筒上,由电动机经变速器2和主动辊3带动,使其沿工作台面4运行而带动工件进给。进给履带的张紧程度,通过调节螺栓5改变张紧辊筒6的位置实现。

图9-14为工作台升降传动机构示意图。工作台升降有两种方法,即机动和手动。机动升降:电动机12经蜗轮副13、链传动11(链轮内孔为阴螺纹),使丝杆5轴向移动而带动工作台升降。手动升降:合上离合器,转动手轮14,经蜗轮副13、链传动11,使丝杆5轴向移动而带动工作台升降,以精确调整其高度。

图9-15为进给机构传动装置结构示意图。电动机1通过锥形轮式无级变速器2带动减速器3及其输出轴相连的主动辊筒4。主动辊筒带动履带实现进给。进给速度由手轮6无级调节,并用手柄5锁紧。

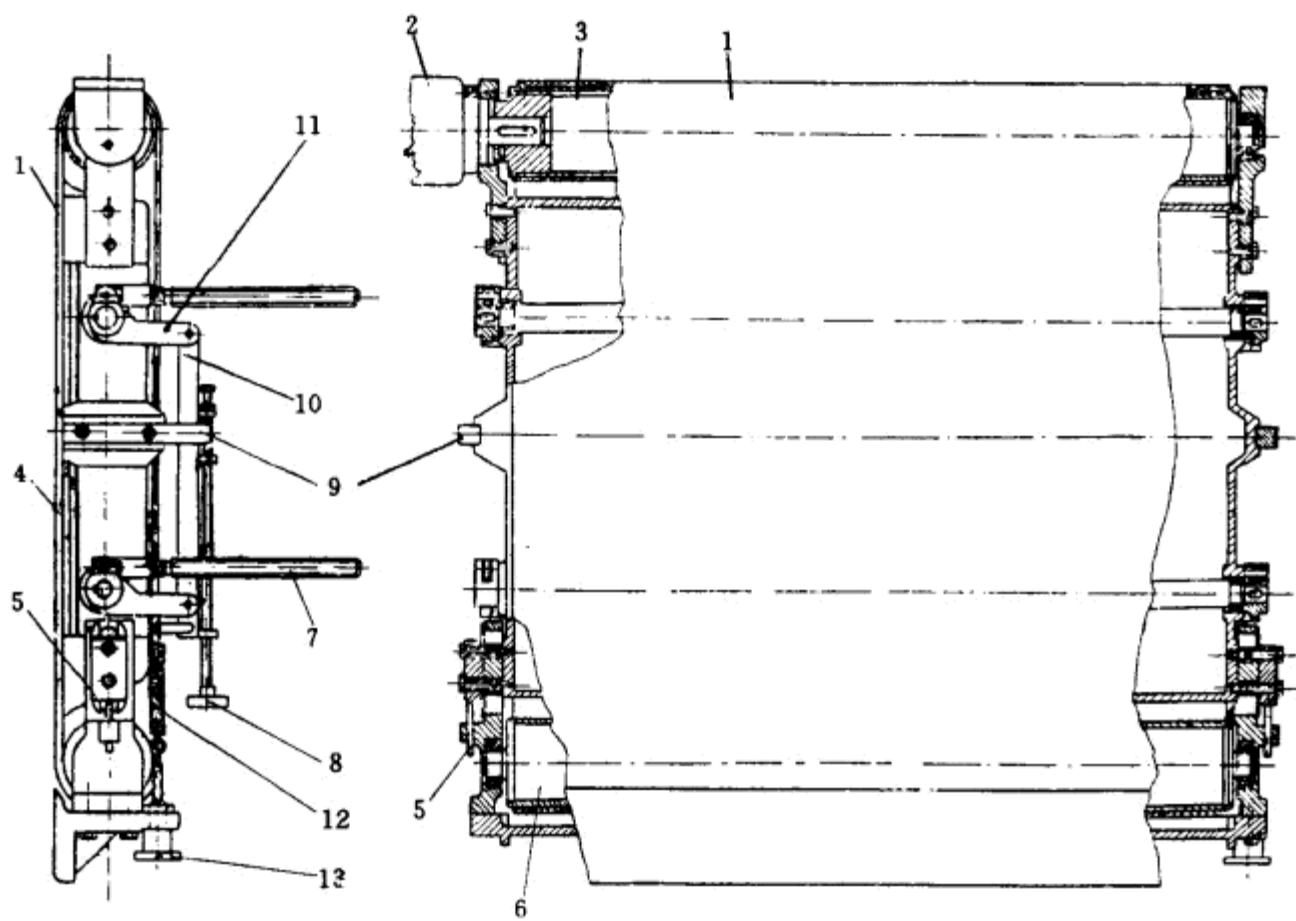


图 9-13 工作台与进给机构

1—履带 2—变速器 3—主动辊筒 4—工作台 5—调整螺栓
6—张紧辊筒 7—丝杆 8、13—手轮 9—导轨 10—横梁 11—转臂 12—弹簧

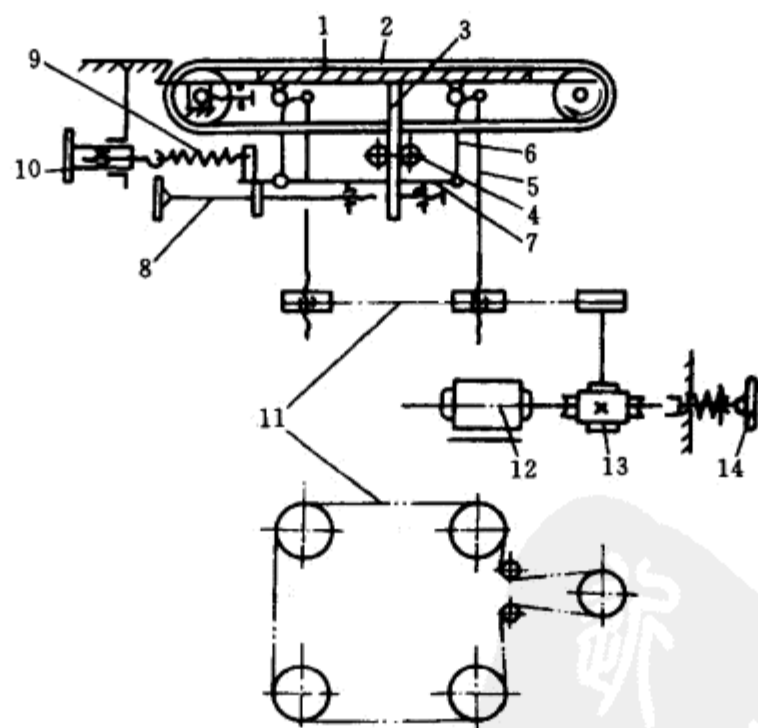


图 9-14 工作台升降传动机构

1—工作台 2—进给履带 3—导轨 4—导向滚轮 5—丝杆 6—转臂
7—横梁 8—手柄 9—弹簧 10—手轮(螺母)
11—链传动 12—电动机 13—蜗轮传动 14—手轮

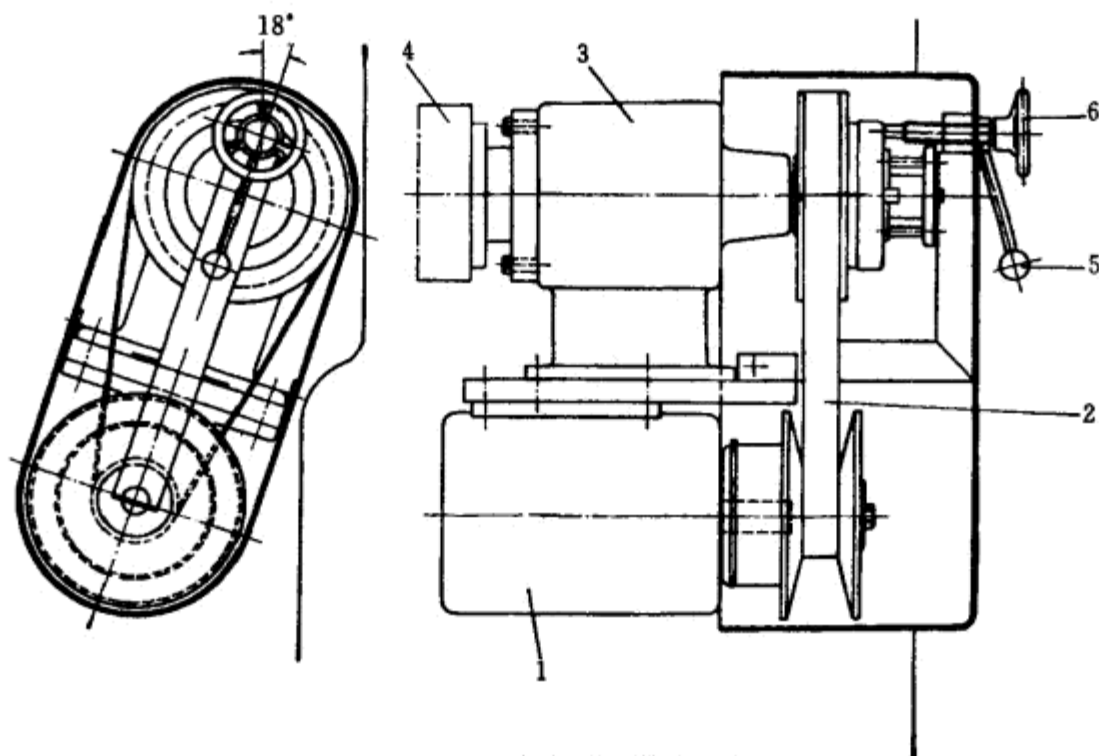


图 9-15 进给机构传动装置

1—电动机 2—无级变速器 3—减速器 4—主动辊筒 5—锁紧手柄 6—变速手轮

CSB2-1300型宽带式砂光机是采用机械式的工作台浮动装置,其结构复杂,调整困难,且浮动灵敏度难以控制。因此,有些宽带式砂光机上采用气-液压工作台升降和浮动装置。

图9-16为CSB-600/900型宽带式砂光机工作台升降和浮动装置的气-液压系统图。压缩空气自气源1进入,经减压阀2、换向阀8进入油箱6的上腔。油箱中的油在压缩空气作用下,经截止阀7进入气液压缸3的a腔,推动活塞4连同工作台一起上升。若换向阀8换向,则油箱内的压缩空气排空,工作台在自重作用下下降。因此,改变换向阀8的通路,即可调整工作台的高度。工作台调整到某一高度后,此时活塞5被压向缸底,关闭截止阀7,工作台即固定。需要工作台处于浮动状态时,操纵换向阀9(图示通路),压缩空气自气源经减压阀10进入气-液压缸3的b腔,并作用在活塞5上而使其上升一微小高度。由于气体的可压缩性,所以工作台随着砂削负荷的变化而浮动,其浮动量为3~4mm。通过减压阀10调节压缩空气的压力,即调节工作台浮动的灵敏度。

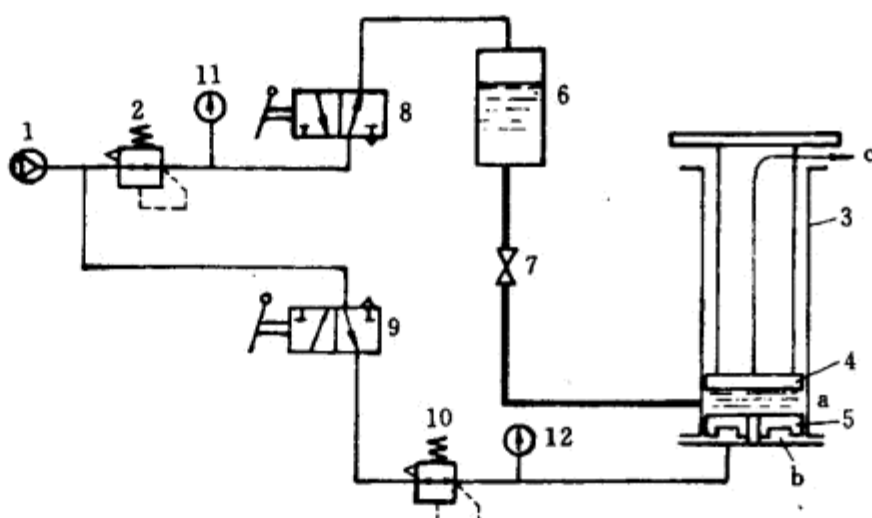


图 9-16 CSB-600/900型宽带式砂光机工作台升降和浮动装置的气-液压系统图

1—气源 2、10—减压阀 3—气、液压缸 4、5—活塞 6—油箱
7—截止阀 8、9—换向阀 11、12—压力表
a—油腔 b—气腔 c—放气孔

7. 主要技术参数

工件的最大尺寸(宽×厚)
接触辊直径
压带器宽度
砂带尺寸(长×宽)

1300mm×170mm
340mm
70mm
2620mm×1330mm

砂带线速度和电动机功率

第一号砂架

25m/s, 30kW

第二号砂架

18m/s, 18.5kW

进给履带速度和功率

640m/min, 2.2kW

工作台升降电动机功率

0.22kW

压缩空气系统压力

0.6MPa

机床外形尺寸(长×宽×高)

1730mm×2870mm×2440mm

机床质量

5450kg

(三) 十字砂削宽带式砂光机简介

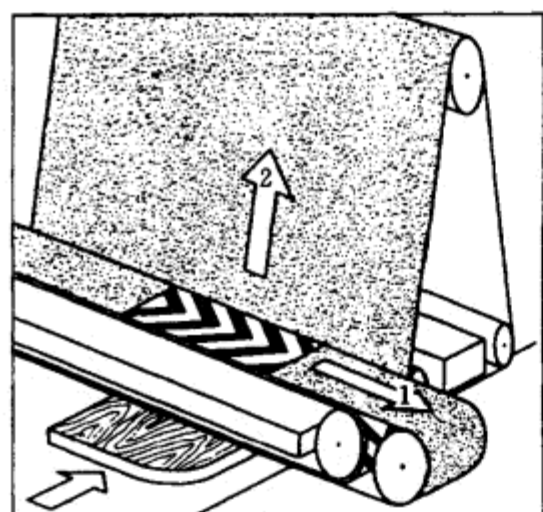


图 9-17 十字砂削宽带式砂光机原理图

1—横向砂削砂带 2—纵向砂削砂带

如图9-17所示,十字砂削宽带式砂光机是利用一个横向砂削装置和一个纵向砂削装置来实现十字砂削的。首先是用一条长砂带,垂直于木材纤维方向进行砂削。这时可以获得一个很干净的表面,因为每根纤维的棱边都被切掉,而在表面处理工序中不会再翘起来了。另外,在加工年轮硬度差别比较大的木材时,横向砂削还有一个比较大的优点,即不致把较软部分的木材砂去太多,而这在纵向砂削时可能会出现。接着是用宽砂带顺着纤维方向进行砂削,可以把横向砂削的痕迹砂磨掉,通过选择适当的砂带磨料粒度来获得最终表面光洁度。利用十字砂削还可以彻底地磨掉粘在木材表面的纸。一般在纵向砂削装置上总是有一个附加的精压辊,以便进行精压工序。十字砂削是目前砂削贴面零件表面时公认的最好加工方法。

第三节 其它砂光机

一、盘式砂光机

盘式砂光机的切削机构是一个回转的圆盘,圆盘端面粘贴有砂纸。盘式砂光机有单盘和双盘之分,单盘砂光机又有立式[图9-18(a)]和卧式[图9-18(b)]之分。双盘砂光机的磨盘通常垂直配置,其中一个用做粗砂,另一个作精砂用。盘式砂光机主要用于小平面的砂光,例如小木框和箱体的平面和侧面砂光,也可磨削棱边成弧形。由于砂盘的磨削速度不同,即越靠近砂盘中心其线速度越低。因此,在实际使用中通常只利用砂盘直径的30%左右,中心部分不作为磨削区。磨削时尽可能使木材的纤维方向与砂盘线速度方向一致,并且向砂盘压紧工件的同时作轻微的窜动,这样可以获得较好的光洁度。

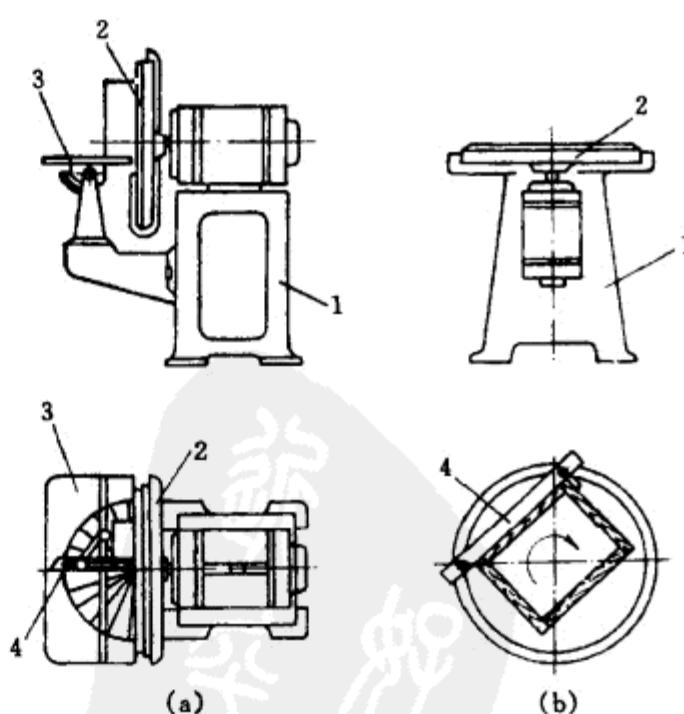


图 9-18 单盘砂光机

(a) 立式单盘砂光机 (b) 卧式单盘砂光机
1—床身 2—砂盘 3—工作台 4—导尺

盘式砂光机也可与带式、卷轴式组成联合式砂光机,图9-19为盘-卷轴式砂光机的简图。通常砂盘用于平面磨削,卷轴用于曲面或弧形表面的磨削。

二、刷式砂光机

刷式砂光机是将若干的刷子和砂纸交错地分布在圆筒的圆周上,砂纸的另一端卷绕在套筒上。当圆筒高速回转时,砂纸利用本身的离心力和刷子的弹力压向工件表面进行砂光。当砂纸用钝时,可以从卷轴上抽出一段砂纸,将用钝部分剪去仍可继续使用。

图9-20为刷式砂光机刷辊示意图。这种砂光机适于磨削成型表面。为了达到均匀地磨削成型表面,砂纸的工作端需剪成窄条形式。

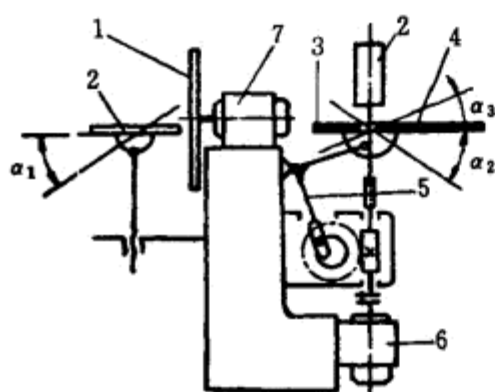


图 9-19 盘-卷轴式砂光机简图

1—砂盘 2—砂纸卷轴 3、4—工作台
5—卷轴轴向摆动装置 6、7—电动机

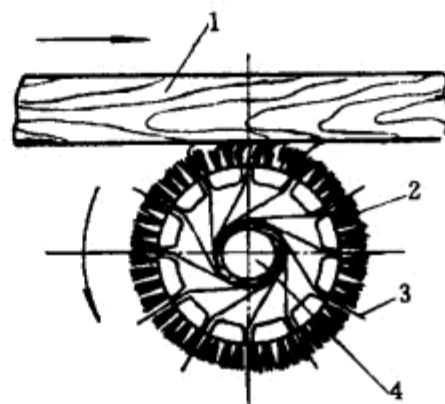


图 9-20 刷式砂光机示意图

1—工件 2—刷子 3—砂纸 4—套筒

第十章 压 机

第一节 概 述

压机不仅广泛用于压制各种人造板,如胶合板、纤维板、刨花板、细木工板、装饰贴面板等产品,而且也广泛用于压制各种木制成型零件、弯曲木以及板式家具零件的表面覆贴等。

由于压机的用途不同,压机的结构多种多样,故其种类也较多。根据压机的不同特点,有下列不同分类方法。

根据压机的工作方式,可分为周期式和连续式压机。后者在刨花板和中密度纤维板的连续化生产中应用较多。

根据压制产品的形状,可分为普通平压机和成型压机。后者在家具制造中应用较多。

根据压制产品的种类,可分为胶合板压机、纤维板压机、刨花板压机、装饰板压机、弯曲木压机等。

根据加工工艺的不同,可分为预压机、冷压机、热压机等。

根据压机机架结构形式不同,可分为柱式、框式和箱式压机。

根据传递压力的方法不同,可分为液压式和机械式压机。

根据压机压板面压力的大小,压机分为低压、中压和高压压机。低压压机板面压力在1.5MPa以下,通常用于胶合板的冷压,纤维板、刨花板的预压等。中压压机板面的压力为1.5~5MPa,通常用于胶合板、刨花板和湿法纤维板的热压。中高压压机板面的压力为5~7MPa,通常用于干法生产纤维板的热压。高压压机板面的压力达7MPa以上,通常用于压制层积塑料等。

根据压机的层数多少,有多层压机和单层压机。

压机的主要技术参数为:压板幅面尺寸、层数、开档、总压力等。

本章主要介绍木制品生产中常用的平压机、弯曲胶合成型压机及真空成型贴面压机等。

第二节 平 压 机

一、冷 压 机

冷压机通常为单层结构,有电动冷压机和液动冷压机两类。一般都在15~30℃常温下进行胶压。

图10-1为电动冷压机的外形图。主要由左右机架1、2及上下压板3、4等组成。压板是由球墨铸铁浇铸并经时效处理后加工而成,其幅面为1800mm×1100mm,四根拉紧螺杆5可校正左右机架的相互位置。压板升降的传动比较简单,由功率为5.5kW的电动机6经V带传动并经蜗轮蜗杆进行减速。蜗轮蜗杆副装置在左右机架的悬伸梁内,蜗轮中间即为螺母,蜗轮回转时,丝杆7便可使上压板3垂直升降,对工件加压或松开。该机压力为0.5~1MPa,胶合时间一般为8~12h。电动冷压机的压力是由安装在开关箱内的16~35A过电流继电器控制,以使压力的升高不

超过电动机的负荷。

图10-2为液压冷压机的外形图。它由上压板1、下压板2、柱塞式液压缸3、框式机架4和液压系统等组成。压板幅面为1000mm×500mm，油缸直径为165mm。在压力油作用下顶起下压板，对工件加压，一次可压63~64块三聚氰胺贴面台板。总压力为420kN，台板幅面受压为1.0~1.2MPa。当压力达到预定压力后，下压板四角用千斤顶进行保压。

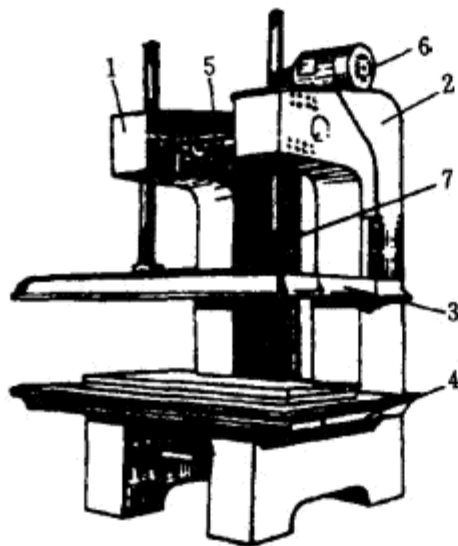


图 10-1 电动冷压机

1—左机架 2—右机架 3—上压板 4—下压板
5—拉紧螺杆 6—电动机 7—丝杆

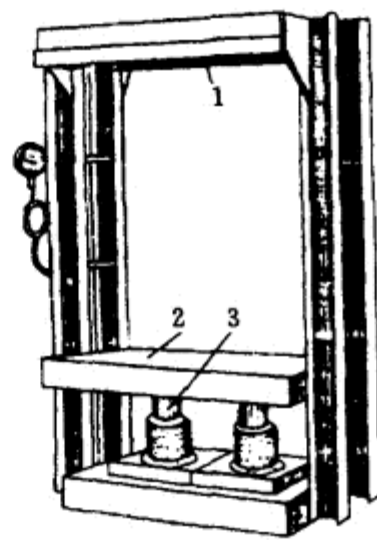


图 10-2 液压冷压机

1—上压板 2—下压板 3—柱塞式液压缸

液压冷压机可以采用单独的液压系统向单机供油对工件进行冷压胶合，亦可采用一个液压站输出压力油使两台或两台以上的冷压机同时工作。

图10-3为一个液压站统一供给压力油的冷压机组，它包括两台具有长工作台(压板)的冷压机[图10-3(a)]和一台具有四个短工作台(压板)的冷压机[图10-3(b)]，长工作台由双缸转动，短工作台由单缸传动。冷压机的机身由槽钢及钢板焊接而成。立柱1由槽钢制成，横梁2由钢板制成，它与立柱构成龙门架形式，工作台(压板)3为铸件，其规格分别为1800mm×700mm、2000mm×700mm、600mm×360mm。连杆4起支撑作用。横梁上装有活塞式液压缸5，双缸工作台的液压缸活塞直径为120mm，单缸工作台油缸活塞直径为110mm。蓄能器6起补偿压力油的作用。

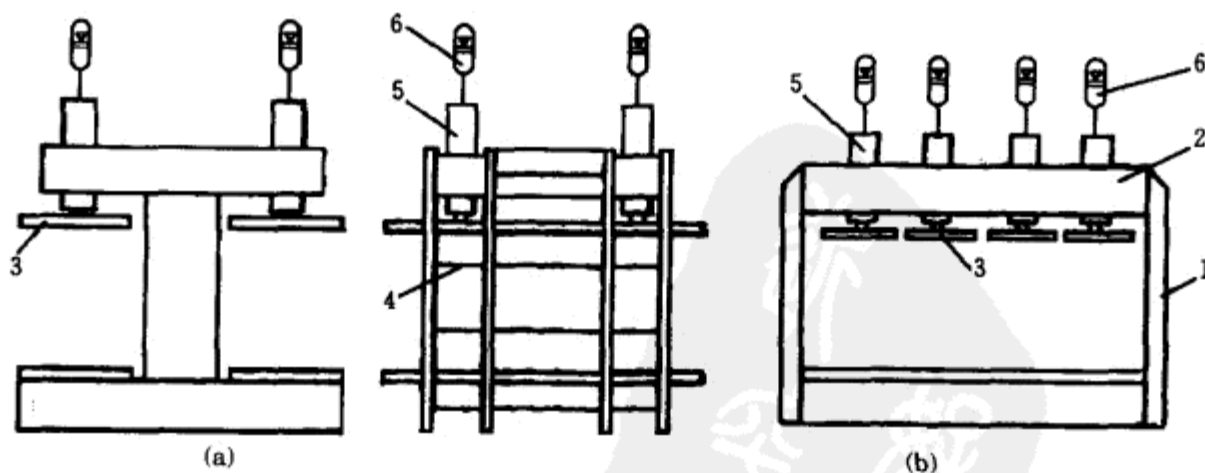


图 10-3 多工作台液压冷压机

(a) 具有两个工作台 (b) 具有四个工作台

1—立柱 2—横梁 3—上压板 4—连杆 5—活塞式液压缸 6—蓄能器

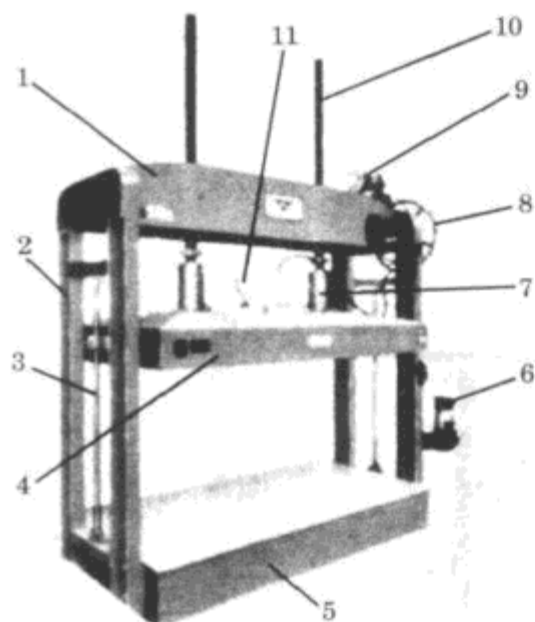


图 10-4 丝杆机构与手动油泵相结合加压的单层冷压机

1—上横梁 2—立柱 3—导轨 4—上压板
5—工作台 6—手动油泵 7—手轮 8—电动机
9—丝杆机构 10—液压缸 11—压力表

图10-4为一种丝杆机构与手动油泵相结合加压的单层冷压机外观图。它由机架、压板、丝杆机构、液压缸、手动液压泵、电动机等组成。

机架是由立柱2(槽钢)、上横梁1和工作台5(下横梁)等焊接而成的整体框架,以保证足够的强度和刚度。上压板4的快速升降由电动机8通过蜗轮蜗杆和丝杆螺母机构9实现,以缩短压机闭合和张开的时间。在丝杆9的下端通过油缸10与上压板4连接,压机的最终压力由液压缸10提供,液压缸10的行程可较短。液压缸所需的压力油由手动液压泵6提供。手轮7用于停电时张开和闭合压机。

二、单层热压机

图10-5为德国Bürkle公司生产的U80型单层热压机的外观图,主要用于板式家具零件的贴面。它主要由机架1、上热压板2、下热压板3、下顶板8、液压系统6、液压缸7、下顶板的平衡机构9以及电控箱4等组成。

机架1是由型钢和钢板焊接而成的整体框架,以保证足够的强度和刚度。下顶板8也是由型钢和钢板焊接而成。在机架1的下横梁上装有六只柱塞式液压缸7,液压缸7的柱塞上端与下顶板8的下表面连接。上热压板2通过螺栓装在机架1的上横梁的下表面上,下热压板3通过螺栓装在下顶板8的上表面上。在上热压板2和上横梁的下表面以及下热压板3和下顶板8之间均装有隔热板,以减小热量的损失和防止机架受热变形。热压板采用硬质铝板制成,具有极佳的传热作用,预热时间很短。加热介质可为蒸汽、热水或热油。

由液压系统6向六只柱塞式液压缸7供油,使液压缸的柱塞上升完成压机的闭合和加压。当热压结束,液压系统卸压,油缸7中油液在下热压板、下顶板8及柱塞重力的作用下排回油箱,压机张开。4只定位杆10用于确定下热压板的初始位置。

平衡机构9为平行连杆机构,用于保证下热压板3及下顶板8能平衡地升降。

为保证操作工的安全,在机架1的四周装有安全绳5。当操作工碰及安全绳5时,安全绳5带动一安全开关使液压系统失电,压机停止闭合。

如果在这种压机的开档中,再均匀布置几块热压板可成为多层热压机。

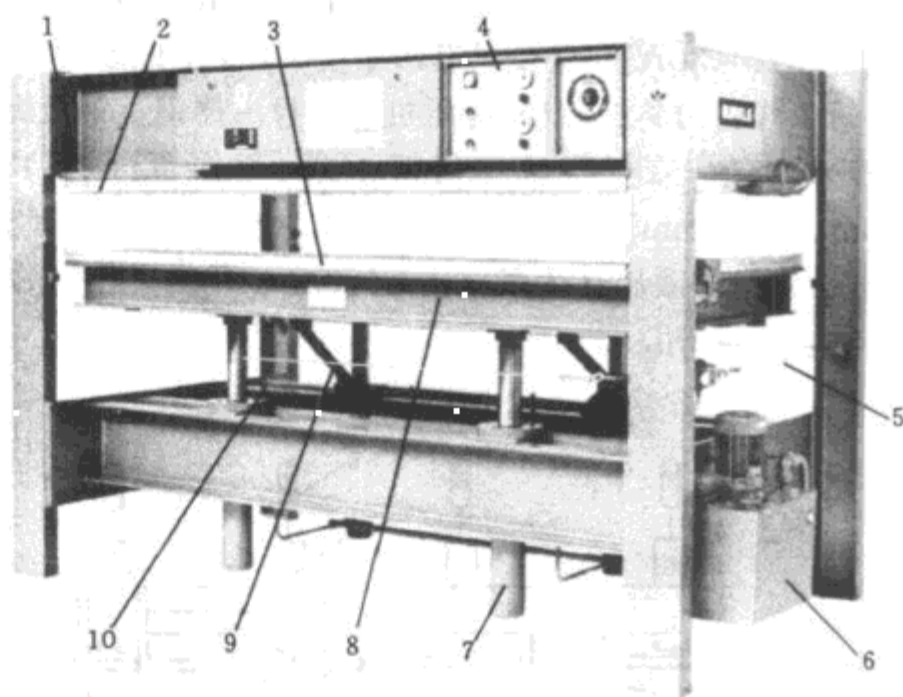


图 10-5 Bürkle U80型单层贴面热压机

1—机架 2—热压板 3—下热压板 4—电控箱 5—安全绳 6—液压系统
7—柱塞式液压缸 8—下顶板 9—平衡机构 10—定位杆

第三节 弯曲胶合成型压机

弯曲胶合成型压机可将多层涂胶单板加压成具有圆角的大橱旁板或排椅、折叠椅的座板和背板等。

图10-6为压制椅背、椅座的弯曲胶合成型压机外观图。它由框架8、液压缸9、偶合压模组(成型热压板)1~7、蒸汽管道10等组成。

该压机的层数为7层,即全部偶合压模共7组(每组各有上下模)。按自上而下顺序,第一、第二组的曲面相同(称为甲型),供作椅座板加压成型;第三至第六共四组曲面也相同(称为乙型),供作椅座、椅背两用板加压成型;第七组为双联椅背板成型,成型后可将工件一分为二。

每组偶合压模(包括上下模)在闭合时,上下曲面最短距离处处相等,故在本机额定闭合间距所压成的曲面板,其厚度亦处处相等。如需减薄曲面产品厚度,必须加以衬板,以保证额定间距,否则不能确保工件受压部分的压力均匀及工件整个曲面各段厚度的一致。

装、卸料均需人工操作,故将机座安装在地平面下560mm,使装、卸料操作方便。

框架8是由厚度为40mm的钢板焊接而成的整体框式结构,具有较高的强度和刚性。框架内侧四角与压模滑动部分镶有四条导轨,使压模上下运行正直,闭合位置准确。液压缸9的缸体采用35号铸钢铸造,柱塞采用冷硬铸铁,具有较高的耐磨性。进油口位于缸侧,缸底留有储尘槽及清洗孔,平时用螺塞封闭孔口。压模内开有蒸汽孔道以使蒸汽进入。上面第一压模与框架的上横梁固结,中间有石棉隔热层,其蒸汽管道10作成固定式。其余各压模的蒸汽管道则采用伸缩套筒式,伸缩行程与压模上下行程完全一致。

曲面压模闭合时是由油缸活塞上升顶起下压板,自下而上逐层进行的。而在压模开启时,靠各层压模自重返回原位。由于闭合时曲面压模与工件接触有先后,前后受力不均较显著,故在起步闭合时,稍微有前后倾斜与偏倚现象。当达最高压时,倾斜因素消失,但偏倚现象仍继续存在。各层压模四角均装有搁档,它能保证压板开启后各层压模复位准确(间距均匀整齐垂直)。且各层压模是沿导轨上下,缓缓滑移,虽有偏倚现象,亦仅局限于额定偏差之内。

图10-7为压制大橱旁板的弯曲胶合成型压机的外形图。它由机架、上顶板、下顶板、成型热压板(模具)、两只柱塞式油缸等组成,总压力为2MN。机架采用40mm厚的钢板焊接而成,成型热压板上具有半径为 R 的圆角。采用蒸汽加热,蒸汽管道采用伸缩套管式接管。

将经过涂胶的单板组坯后放入弯曲成型压机中,经过加热加压一段时间后,即可得到具有 R 半径圆角的大衣橱旁板。

图10-8为整体式弯背椅座板成型压机。机架为框式结构,用40mm厚的钢板焊接而成。上下模均为铸件,宽度为500mm。下顶板是铸钢件,用柱塞式液压缸向上顶压工作,总压力1MN。

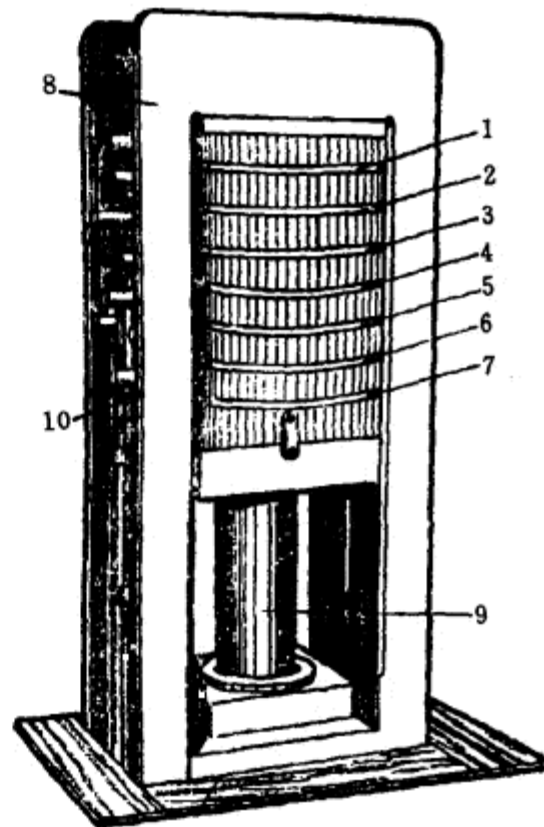


图 10-6 椅背、椅座弯曲胶合成型压机

1~7—偶合压模组 8—框架
9—液压缸 10—蒸汽管道

该压机采用低压电加热。

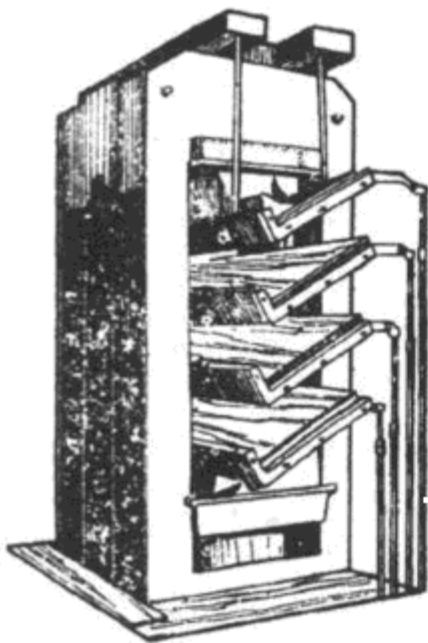


图 10-7 弯曲成型压机

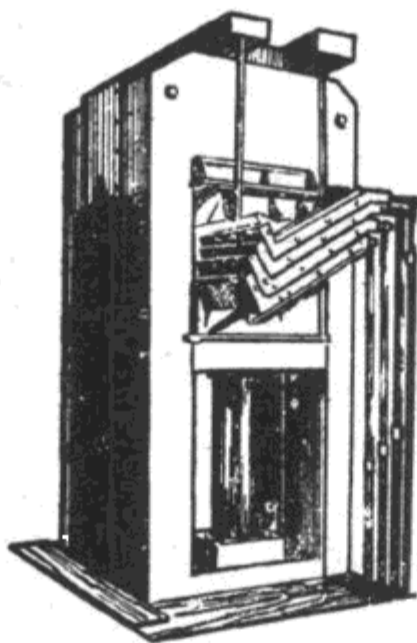


图 10-8 整体式弯背椅座板
成型压机

图10-9为另一种弯曲胶合成型压机的外观图。其结构特点是加压液压缸安装在压机机架的上方,采用由上而下的加压方式。加压液压缸采用活塞式结构,以便压机的张开。由于油缸安装在压机机架的上方,因此便于操作工的装、卸料,压机的安装也无需地坑。此外,这种压机中各层压模的四角通过钢索与压机的上顶板连接起来,使各压模的间距相等,同时也能使各压模在压机张开后复位。在各压模中装有电热管,采用电加热。

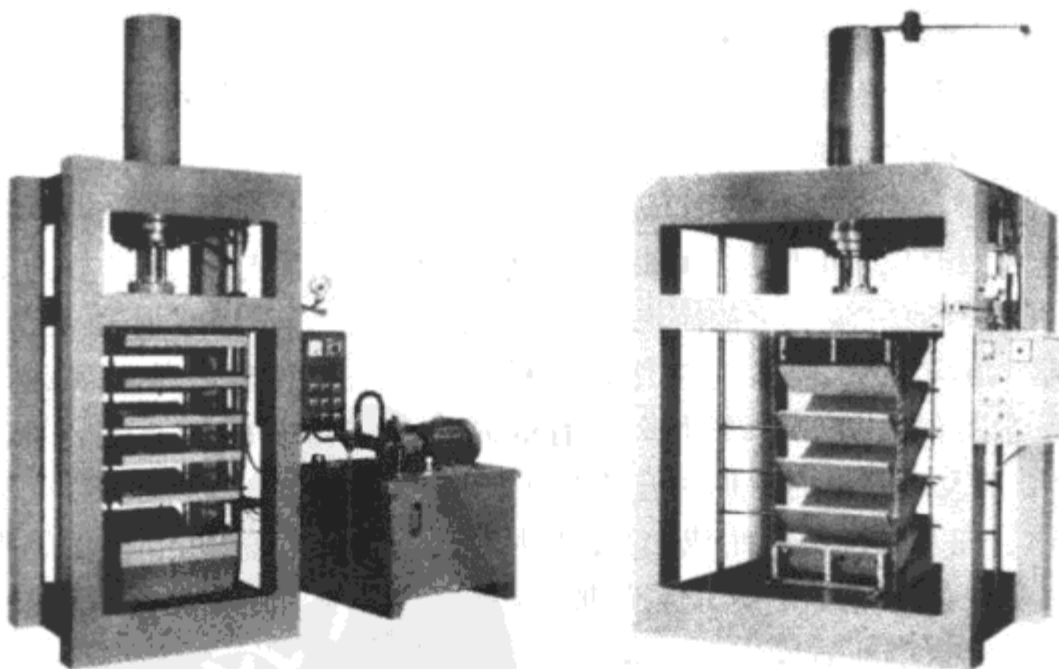


图 10-9 液压缸上置的弯曲胶合成型压机

图10-10为采用三向加压的弯曲胶合成型压机外观图。框式机架结构,电加热方式,三只液压缸均为活塞式结构。

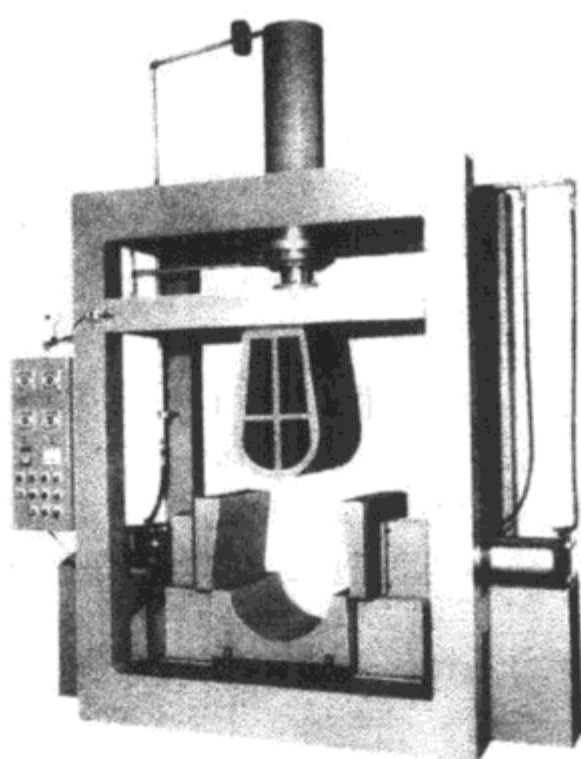


图 10-10 三向加压的弯曲胶合成型压机

第四节 曲面真空成型贴面压机

曲面真空成型贴面压机能有效地对三边曲面、凹凸面及预成型工件进行一次成型覆盖及贴面(见图10-11)。覆盖及贴面材料可用PVC胶皮、天然或人造薄木等;而工件板材则可用天然木材、中密度纤维板及刨花板等。操作简单容易,不需要金属的、塑料的或木制的模具。这种压机在家具制造中愈来愈多。

根据有无薄膜气垫分为薄膜气垫式曲面真空成型贴面压机和无薄膜气垫式曲面真空成型贴面压机两类。

一、薄膜气垫式曲面真空成型贴面压机

1. 单面薄膜气垫贴面压机

图10-12为德国FH.Lippe公司采用接触加热和对流加热的薄膜气垫贴面压机。

图10-12(a)为压机的开启(未进料)状态。上管路13上装有真空装置。形成真空后,使薄膜气垫紧贴在上加热板1上,并得到加热。

图10-12(b)表示进料后压机处于闭合状态。薄膜气垫腔5中的真空状态已消除,并已预先吹入空气,也就是说,按要求吹入空气,使薄膜气垫4下降至中间位置。通过真空装置b使热塑性覆面薄膜11附在薄膜气垫上。借助薄膜气垫的热量使其塑化。这过程中重要的是,一方面使覆面薄膜与冷工件保持非接触状态;因为在接触的部位热会被带走,从而使覆面薄膜不能均匀地完成塑化过程。另一方面,又不能使覆面薄膜离工件太远,否则会产生双轴延伸,在随后的升压

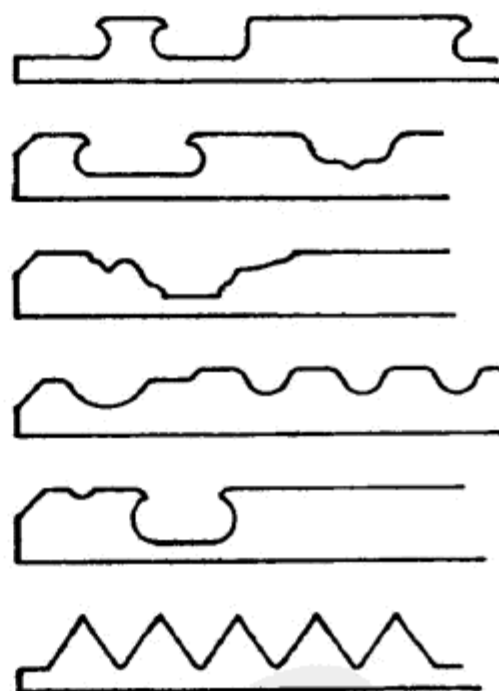


图 10-11 各种横截面形状的异型工件

过程中,延伸会使覆面薄膜产生折皱,从而导致废品。通过预吹风可平稳地调节薄膜气垫的正确位置。

由于薄膜气垫的热含量有限,所以在塑化阶段要通过管路13使无压循环热气保持循环状态,以便为薄膜气垫补充热量。

图10-12(c)是压机受压时的状态。这时在薄膜气垫腔5中循环的不是无压大气,而是经电加热器不断加热的压缩空气(压缩空气通过专用的涡轮机进行循环),以便对薄膜气垫施加所需要的变形压力,并同时不断地给薄膜气垫供应热量。热量的供给既保证粘结面上的胶形成充分的网状结构,同时又可使压制时间缩短。

要使覆面工件具有良好的耐热性能,供给充足的热量是基本前提。空气如同水一样,也能流进形状复杂的工件,甚至侧凹部位。采用对流气体作为热载体,不会产生红外加热法所产生的照射盲区,也不会像加热层加热法那样在凹陷很深的工件、垂直边或侧凹部位产生“搭桥”现象。

为避免在工件与覆面薄膜之间产生气泡,要在产生过压之前,通过管路系统12吸走工件与覆面薄膜之间的空气。

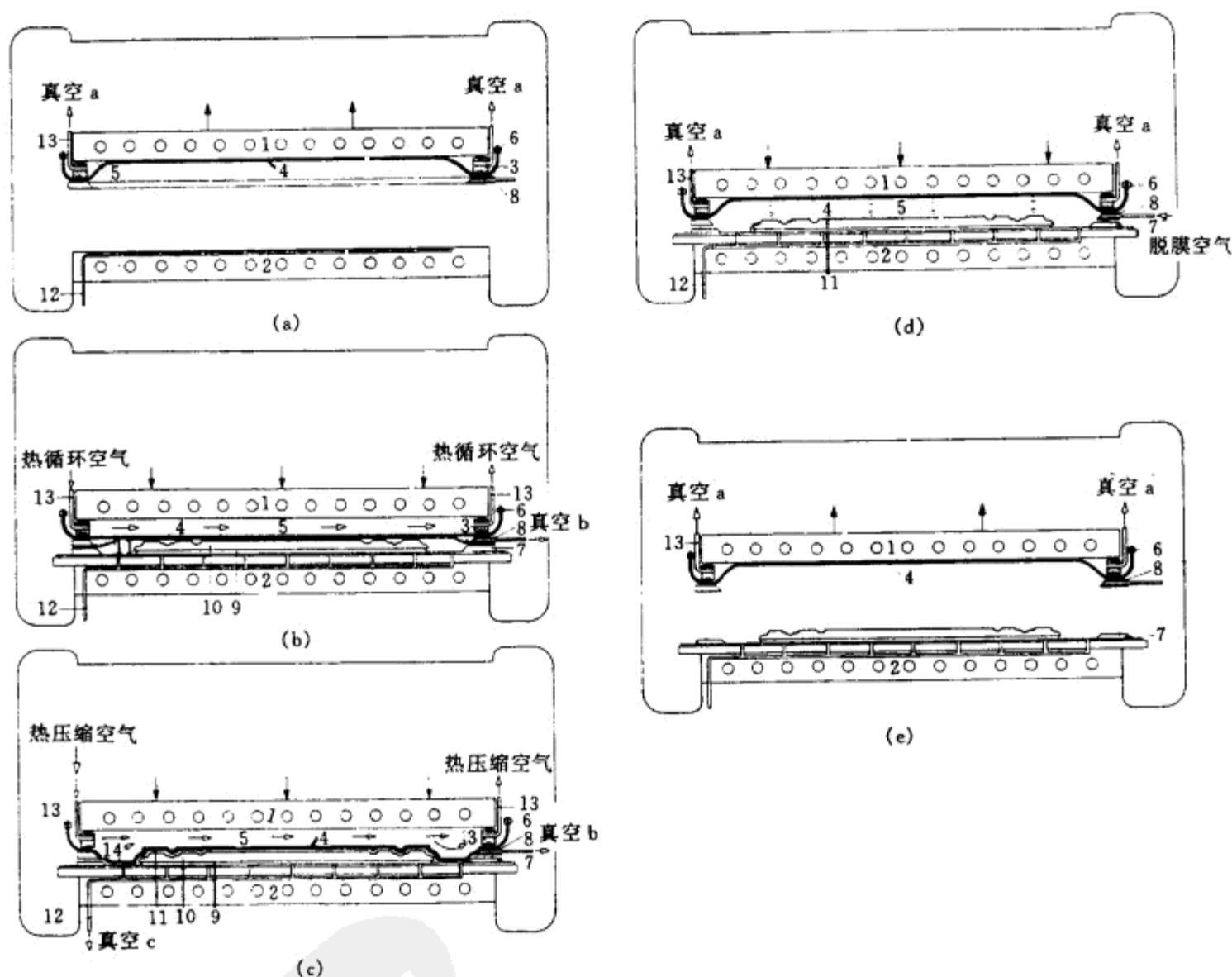


图 10-12 用接触法和辐射法加热的薄膜气垫贴面压机

- (a) 开启状态 (b) 闭合状态 (c) 加压状态 (d) 热压结束 (e) 压机开启,覆面部件离开压机
 1—上加热板 2—下加热板 3—内压框架 4—薄膜气垫 5—薄膜气垫腔 6—薄膜气垫夹紧、张紧装置
 7—下密封框 8—多功能框架(为真空b和冷空气用) 9—工件垫板 10—工件 11—覆面用的薄膜
 12—真空管路c 13—真空管路a(用于预吹空气、热空气循环和热压缩空气循环)

图10-12(d)表示压机在开启之前的压制阶段的状况。这时多功能框架起着特别重要的

作用。在压制过程中,由于压力与热的作用,在薄膜气垫与覆面薄膜之间产生了很强的附着力。如果此时立即提升薄膜气垫,那么粘结面就会承受不可忽视的提升应力。胶粘剂作为热塑性涂层,通过添加交联剂,在热的作用下将会形成橡胶弹性体。

热塑特性始终是主要的,因为约70h后才能最终形成网状结构。在压机开启时,粘结面还是热的,网状结构刚刚形成,因此粘结面不会很牢固。在这种情况下,可发挥多功能框架的作用,即通过它的管路系统在薄膜气垫与覆面薄膜之间吹进压缩空气,使其彼此分开,而粘结面又不会受提升应力的影响,同时还可使压力保持一段时间。在吹入压缩气体之前,先将压缩气体冷却一下,效果会更好。通过冷却在很大程度上使还处于热塑状态的粘结面的粘接更牢固,当然,只有产生应力很大、加工难度很大的工件才需要作这样的处理。

由于多功能框架中压入了冷压缩气体,所以提升薄膜气垫时,粘结面不会受提升应力的影响,因此在胶粘剂形成网状结构的早期阶段就可以中断压制过程,从而可缩短压制时间。

图10-12(e)是压机压制周期最终结束时的状态。真空装置a将薄膜气垫重新吸在上加热板上进行加热。覆面工件由进出料装置送出,新的压制周期即可开始。

2. 双面薄膜气垫贴面压机

如果要在一次工序中完成工件的双面覆面或需要在工件背面用柔性支承以防将其压坏,就需要使用双面薄膜气垫贴面压机。大多数薄膜气垫压机都可做成双面薄膜气垫压机。

图10-13是FH.Lippe双面薄膜气垫贴面压机。上薄膜气垫4a和多功能框架8没有变化。由于下薄膜气垫4b会妨碍吸掉工件与覆面薄膜之间的气泡,所以必须在下密封框架7(该框架也夹紧下薄膜气垫)中设置管路系统。

按照前面所介绍的方法将上覆面薄膜11a覆盖在工件上表面,并夹紧在多功能框架8和下密封框架7中间。将下覆面薄膜或单板11b放在工件下面。一旦施加液压,那么在工件与覆面薄膜之间不希望有的空气即被管路吸走。然后经与加热板直接接触而得以加热的上下薄膜气垫通过管路系统13和12压在工件上。通过电加热器和专门的涡轮机使热压缩空气循环来不断供热,以使胶粘剂形成良好的网状结构。

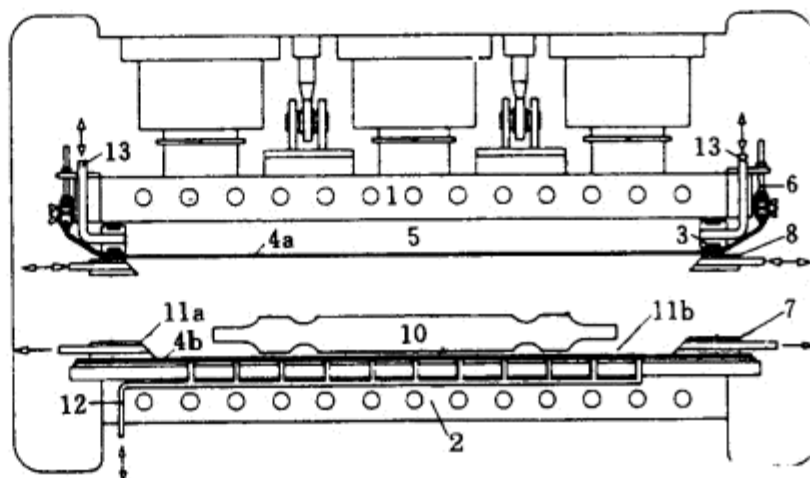


图 10-13 双面薄膜气垫贴面压机

- 1—上加热板 2—下加热板 3—内压框架
- 4a—上薄膜气垫 4b—下薄膜气垫 5—薄膜气垫腔
- 6—薄膜气垫夹紧、张紧装置 7—下密封框
- 8—多功能框架 10—工件 11a—上覆面薄膜
- 11b—下覆面薄膜或单板 12、13—真空管路

二、无薄膜气垫式曲面真空成型贴面压机

这种压机的主要特点是,可以用热塑性覆面薄膜代替薄膜气垫。这样,在许多压制工作中可以节省价格较贵的薄膜气垫,而且还可因此避免热量耗损。更重要的是,薄的覆面薄膜比起与明显较厚、较硬的薄膜气垫一起使用的情况来,能更好地覆盖最细微的工件轮廓。

图10-14为德国Bükle公司的无薄膜气垫贴面压机的基本结构和工作原理图。上加热板1上装有夹紧密封框架2,框架2上装有管路系统3,通过此框架可在薄膜气垫腔4中交替形成真空或过压。下加热板5上同样装有夹紧密封框架6,通过此框架也由管路系统7交替产生真空和过压。

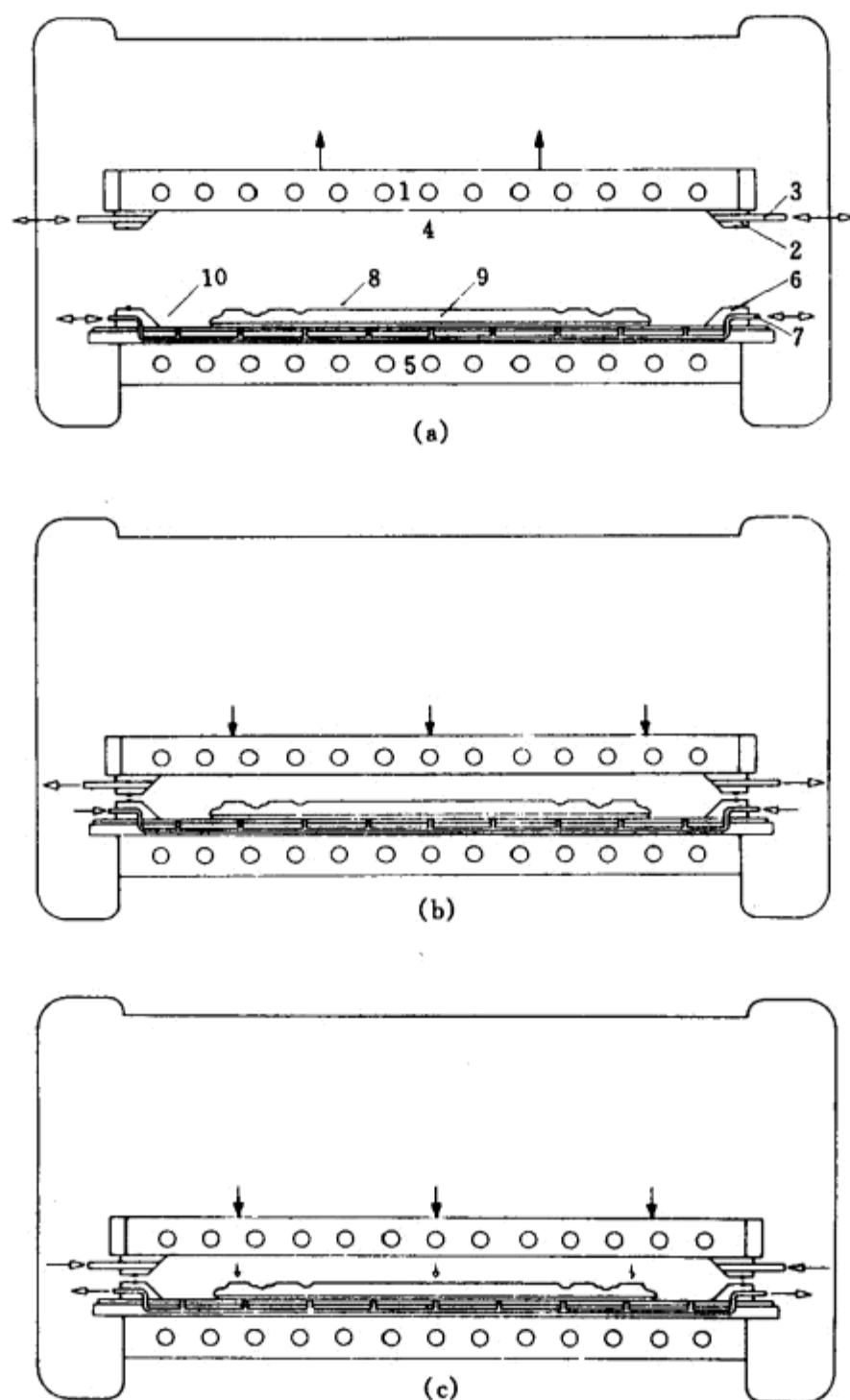


图 10-14 无薄膜气垫式曲面真空成型贴面压机

(a) 开启状态 (b) 闭合状态 (c) 加压状态

1—上加热板 2—夹紧密封框架 3、7—管路系统 4—薄膜气垫腔
5—下加热板 6—夹紧密封框架 8—覆面薄膜 9—工件 10—压制腔

送入工件9后,热塑性覆面薄膜8在上加热板1下压后被夹紧在上下夹紧框架之间,然后在薄膜气垫腔4中形成真空,在压制腔10中产生过压,以便将冷覆面薄膜呈平面状挤向上加热板,并利用其热量进行塑化。完成塑化后即进行压力转换,也就是薄膜气垫腔由真空状态转为过压状态。几乎同时,下面压制腔10中的过压状态变成了真空状态。这样可帮助已加热的覆面薄膜热塑成型,但主要还是为了避免在工件型谷中形成气泡。下面真空、上面加压,结果就使覆面薄膜贴在工件的型面上(包括最细微的轮廓)。

无薄膜气垫压制的前提是覆面薄膜不得有裂纹,任何最细小的裂纹都会导致压力/真空系统的失灵,从而产生废品。因此,无薄膜气垫压机只可用于工件形状和尺寸不会使覆面薄膜产生裂隙的场合。

第十一章 封 边 机

封边是用单板条、木条、浸渍纸封边条、塑料封边带等材料将板式(或框式)部件的四周边缘封贴起来,以达到美观、耐用、提高产品外观质量的目的。早在50年代在板式家具生产中已采用了手工操作的封边作业。随着木材综合利用的不断深化和发展,木制品生产的主要原材料由单一实木向采用各种人造板和复合材料方向发展,特别是板式家具生产飞快发展,板式部件周边的封边工序成为板式家具中一道重要的工序,因此,封边机已成为板式部件封边作业中不可缺少的设备。

目前各种类型品种规格的封边机产品都能满足不同规模的板式家具生产线的需要。封边机已发展成为机械化、自动化、NC控制的高效率机械设备,并出现由锯铣机、封边机、多轴排钻床、圆棒插入机等组成的整台机械设备,使板式部件从两侧周边锯铣、封边、到钻孔和圆棒插入等作业在一次进给过程中完成,生产效率高,加工质量好,适宜于大批量生产板式部件的车间或企业。

封边机是属于木工多工序机床类的范畴。机床在加工过程中,自工件开始进给后不需要人工换位等任何手工的辅助作业,工件在一次进给中能够完成多种不同的加工工序,如涂胶、封边带胶合、前后截头、上下倒棱铣削以及刮胶、砂光等等。

封边机按进给方式分有手工进给的和机械进给的;按工件一次通过的封边面的数量分有单面封边的和双面封边的;按封边机的用途和工件封边的形状可分为:直线型封边机、曲直线型封边机、直线曲缘型封边机、边缘披覆型封边机、复合型封边机等。

直线型封边机:这类封边机能对板式部件的侧边直线平面进行封边,人工装料或自动装料后能完成全自动封边作业。单面的或双面的直线封边机居多,适宜于不同规模板式部件生产车间或企业。

曲直线型封边机:这类封边机为人工进料方式,用于板件边缘不规则形状的封边作业。适宜于小批量生产的车间或企业。

直线曲缘型封边机:亦称直线成型(异形)封边机,可对板式部件边缘呈各种曲线形状的截面进行封边作业。

边缘披覆型封边机:亦称软包边封边机,适用于已成型边缘表面的覆贴封边。主要对表面已经覆贴了装饰材料的板件,用这类封边机将其成型边缘包折起来,并进行必要的修整加工。

复合型封边机:这类封边机是直线曲缘封边机和边缘披覆型封边机相组合的机型。

国家标准GB 12448—90将封边机归类在木工多工序机床类封边机组,分类代号为MD,读作木多。其组系代号如下:单面直线封边机为MD51,双面直线封边机为MD52,曲直线封边机为MD53,曲面封边机为MD54。封边机的主参数为最大封边高度,第二主参数为最大工作宽度。

第一节 直线型封边机

对直线型封边机,板式部件一次通过其单面(或双面)即可完成全部的封边作业,如工件的

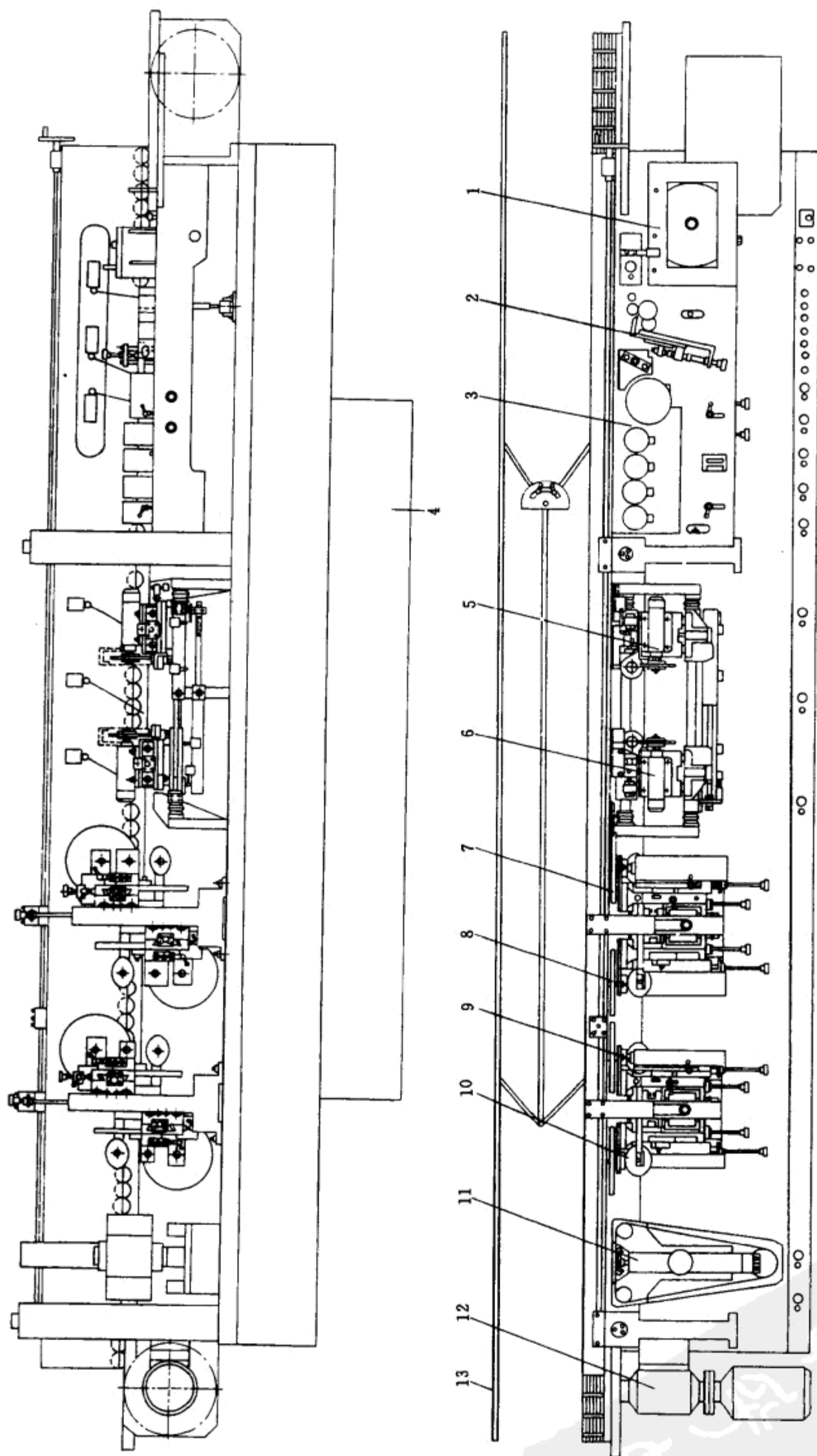


图 11-1 MON-L 型单面直线封边机外形图

1—涂胶系统 2—剪切装置 3—压合系统 4—床身 5—后截头刀架 6—前截头刀架 7—粗修整上刀架
8—粗修整下刀架 9—精修整上刀架 10—精修整下刀架 11—砂光系统 12—履带进给装置 13—工件支架

进料、涂胶、封边带的输送、胶合、截头、铣棱和砂光等各个工序。机械化、自动化程度高,并可与其它板式家具设备组成生产流水线。

图11-1所示为意大利MON-L型单面直线封边机外形图。机床主要由床身、涂胶系统、剪切装置、压合系统、前后截头刀架、棱边上下修整刀架、砂光系统及履带进给装置等组成。

床身分上下两部分,均由钢板焊接呈箱形结构,造型美观大方,并具有足够的刚性。下部床身安装于基础上,上部床身用于安装刀架部件和立柱等,箱体内部用以安装电气和气动元件。床身一侧上表面安装所有的操作按钮,讯号指示灯和控制仪表。床身上装有四根侧立柱,前后两根用以悬挂上压架,上压架同步升降调节可通过手轮、长轴、两对蜗轮蜗杆副和丝杆螺母机构获得。上压架下面装有带齿槽的橡胶轮,高度位置可根据封边工件厚度进行调整,使之对进给的工件具有一定的压紧力。有些小型封边机上,上压架的左右端各有一只手轮,其升降分别通过丝杆螺母机构进行,这不仅调整费时,而且调整精度也相应差些,但相应结构较简单。

工件进给由履带进给装置12实现。履带进给装置由电动机、减速器、无级变速装置、履带等组成。履带的上表面覆盖有橡胶层,以增加牵引力和防止工件表面的损坏。履带从动端链轮设有张紧装置,通过丝杆螺母机构使其保持适当的张紧度。履带在导轨槽中运行,以确保运动的平稳性和直线性。履带的运行速度可在8~30m/min范围内无级调速,并由速度仪显示。

图11-2所示为MON-L型单面直线封边机的涂胶系统、剪切装置和压合系统示意图。

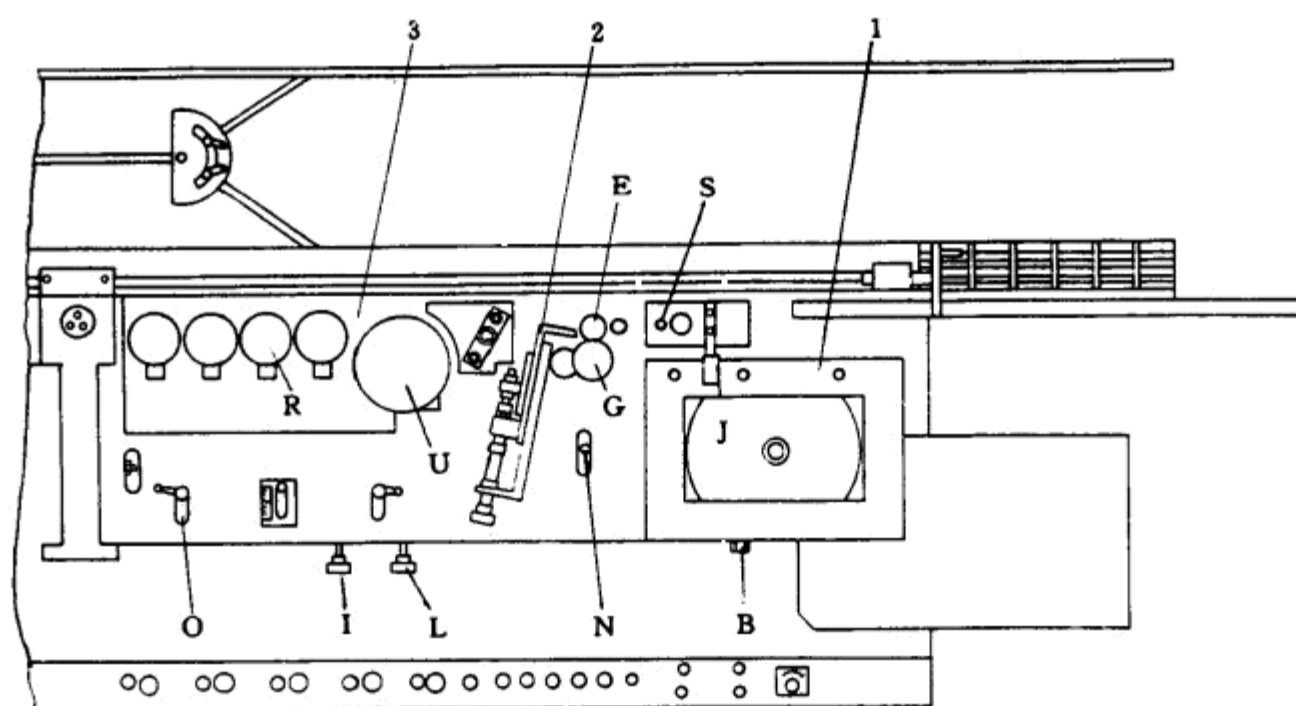


图 11-2 MON-L型单面直线封边机的涂胶系统、剪切装置和压合系统示意图

1—涂胶系统 2—剪切装置 3—压合系统 B—调节螺钉 N—螺钉 I、L—手轮 O—锁紧手柄

J—手柄 G—辅助送料辊 U—主压力辊 R—辅助压力辊 E—针辊 S—加热管

图中1为涂胶系统,主要由胶罐、胶辊、涂胶量的调节装置和加热装置等组成。胶罐采用电加热,使热熔胶熔化,其温度由电子遥控温度计控制,当达到规定温度时,机器和胶辊方可启动运转。胶罐的位置可通过螺钉B来调节。移开台面后,可将胶罐取出清洗。胶辊上刻有螺纹槽,由履带驱动电动机经链传动使之旋转,热熔胶可沿涂胶辊上升并均匀分布于胶辊表面。为了防止胶辊上的胶液冷却,影响胶合效果,故在胶辊的后面装有一根加热管S。涂胶量的调节可通过相应的手柄J来实现。

图中2为剪切装置,主要由封边材料的送料部分,封边带宽度限位调节装置,剪切器等组成。封边带的送进主要由针辊E和辅助送料辊G实现。针辊由履带驱动电机经链和齿轮传动副

带动旋转,使封边带获得进给。辅助送料辊和针辊的分开或靠拢由气缸实现,气缸由微动开关控制动作。剪切器上的切刀由气缸的活塞杆带动作往复运动,气缸动作亦有微动开关控制。只有当使用连续塑料封边带时才需剪切,当使用定长单板条和浸渍纸层压条时,则无需使用。在使用塑料封边带时,为防止高温软化,在胶罐台面上装有冷风管头。当使用单板条、浸渍纸层压条时,通过手轮调整好限厚装置的距离,以确保每次只能通过一根板条。在剪切器后与主压辊前设置有封边带宽度调节装置,可通过相应手轮使之上下移动,以适应各种不同宽度的封边材料要求。

图中3为压合系统,主要由一只主压力辊U和四只辅助压力辊R等组成。其作用主要是把工件涂胶的边缘与封边材料加压胶合。主压力辊直径较四只辅助压力辊大,它由驱动履带的电动机通过链传动使之回转,其加压与放松由气缸实现,气缸动作由微动开关控制。主压力辊的位置可通过相应手轮L调节。四只辅助压力辊均无动力驱动,压力分别由四只气缸控制。安装时四只辅助压力辊的中心连线与工件进给运动方向线间的夹角可在 $0^{\circ}\sim 7^{\circ}$ 范围内调节。一般封边机工作时调整在 4° 左右。压辊工作台通过螺钉N可调节其高度位置,O为锁紧手柄。

图11-3所示为前、后截头刀架结构示意图。前截头刀架2用于将工件前端封边条多余的长

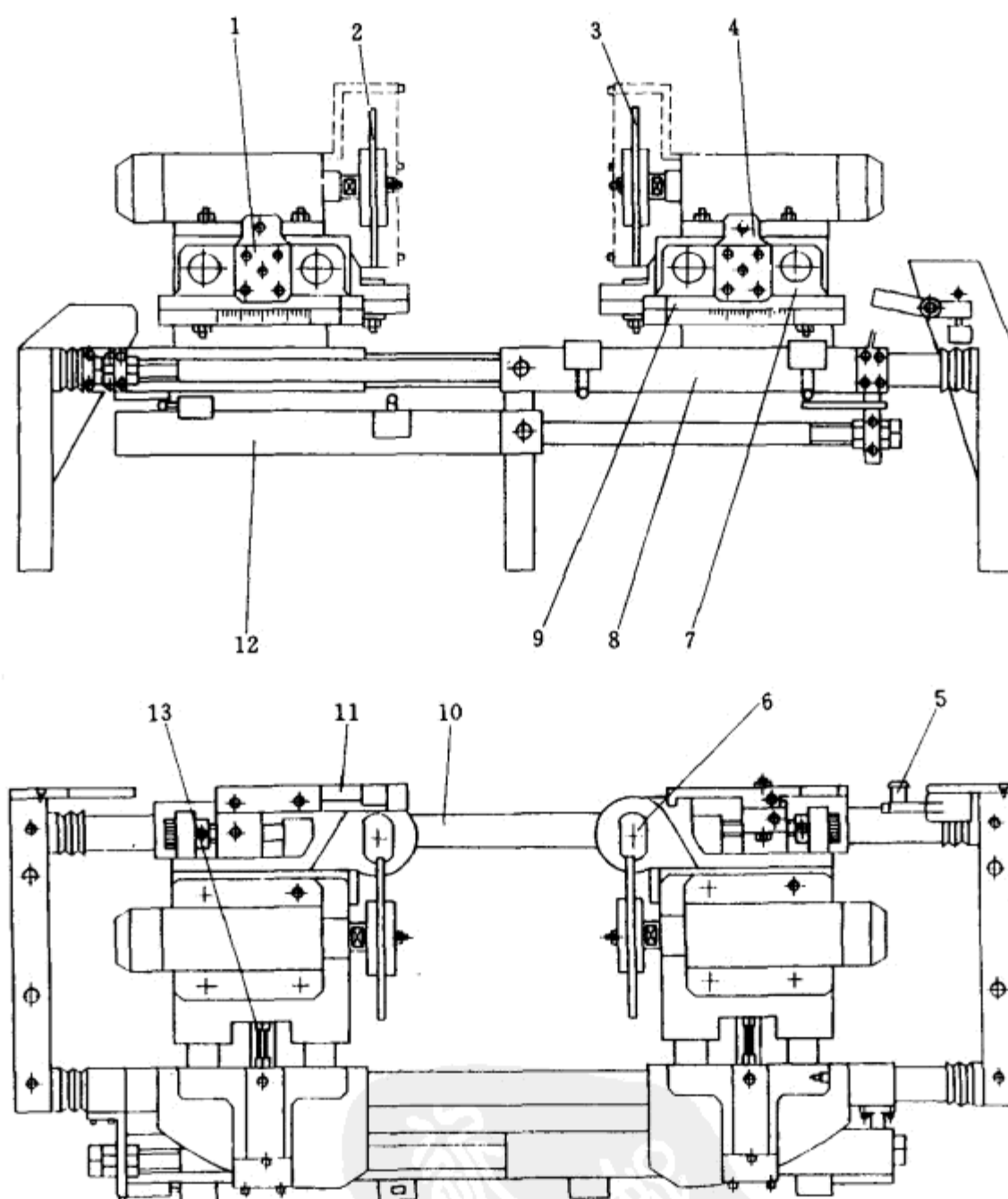


图 11-3 MON-L型单面直线封边机前、后截头刀架结构示意图

1、4、8、12—气缸 2—前截头刀架 3—后截头刀架 5、11—同步运动机构
6—销轴 7—水平溜板 9—回转溜板 10—圆柱形导轨 13—螺钉

度截去。后截头刀架3用于将工件后端封边条多余的长度截去。由于锯截动作是在工件连续运动中进行的,故必须使刀架上锯片2、3在作横向锯截的同时还应具有与工件进给速度相等的同步移动速度,这可由机构5、11实现。锯片横向的锯截进给运动由气缸1、4实现,其行程大小可由螺钉13调节。当截头尺寸过多或不足时,可调节同步机构上的有关螺钉。截头圆锯片安装在高频电动机上,其转速可达12000r/min。气缸12、8分别用于牵引前、后截头刀架左右纵向移动。当气缸体运动时(活塞杆固定),通过同步运动机构5、11,使截头刀架与工件运动速度保持同步。截头完成后,截头刀架在气缸体带动下迅速复位。锯片电动机安装于水平溜板7上,水平溜板7又安装于回转溜板9上,当需要将端头截成一定倒角时,松开锁紧螺钉,使回转溜板绕销轴6回转,使圆锯片在水平面内获得倾斜,倾斜角度可由标尺示出。

如图11-1所示,该封边机设置有棱边粗上、下修整刀架和精上、下修整刀架。粗、精两组修整刀架分别安装在中间两侧立柱上,刀架的结构完全相同,仅是先后排列位置不同,粗修整刀架在前,精修整刀架在后。下面以粗修整刀架为例介绍其结构和调整。

图11-4所示为棱边上、下修整刀架结构示意图。粗上修整刀架装于立柱1的右上侧,粗下修整刀架装于立柱1的左下侧。粗上、下修整刀架结构相似,仅下修整刀架的接触导轮、侧圆锥接触导轮和刀头电动机等均与上修整刀架处于上下左右相反对称位置。

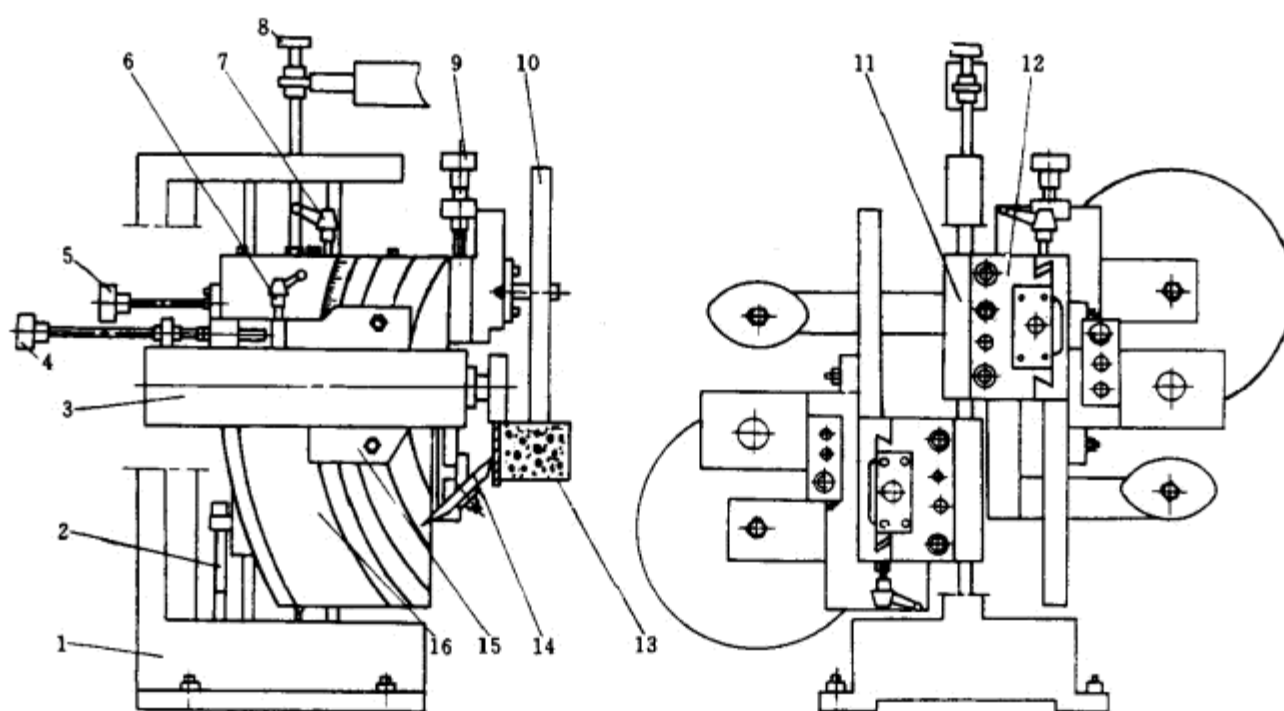


图 11-4 MON-L型单边直线封边机棱边粗上、下修整刀架结构示意图

1—立柱 2—螺钉 3—高频电动机 4、5、8、9—手轮 6、7—锁紧手柄 10—上接触导轮

11—垂直溜板 12—水平浮动溜板 13—工件 14—侧圆锥接触导轮 15—回转溜板 16—水平溜板

上修整刀架由安装铣刀头的高频电动机3,回转溜板15,水平浮动溜板12,水平溜板16,垂直溜板11等组成。高频电动机3的安装底板与回转溜板15为燕尾形导轨配合,由手轮4可调节刀头电动机纵向前后位置。回转溜板15可沿水平溜板16的弧形槽移动,以调整电动机上刀头的倾斜角度。水平浮动溜板12上的两根圆柱形导轨安装于垂直溜板11的孔内,并有弹簧使其在横向有一定的浮动量,保证侧圆锥接触导轮14始终与工件13侧边接触。水平溜板16与水平浮动溜板12之间为燕尾形导轨配合,通过手轮5可使水平溜板16横向移动,7为锁紧手柄。安装上接触导轮10的溜板与水平溜板16的侧面为燕尾形导轨配合,通过手轮9可调节上接触导轮相对工件上表面的高低位置,上接触导轮靠上修整刀架的自重始终与工件上表面接触。当转动手轮8时,通

过丝杆螺母机构可使整个上修整刀架升降。同样,垂直溜板亦有一定的上、下浮动量,使之铣削量大小不受工件侧边直线度、厚度公差变化的影响。

下修整刀架的垂直溜板未设置上、下升降调节装置,这是由于工件下基准平面固定不变的缘故。为了保证下接触导轮始终与工件下表面接触,并具有一定的浮动量,故在下修整刀架垂直溜板下面与立柱底座间装有压缩弹簧,使下修整刀架始终处于上限位置,其下限位置可由螺钉2调节。

棱边精上、下修整刀架结构完全与棱边粗上、下修整刀架相同,它仅是用于工件封边带上、下棱边的精细修整加工。

图11-5所示为该封边机的砂光系统,主要用于砂光板式部件边缘已封贴的封边带外表面,使之达到平整光滑的目的。机床采用带式砂光的形式。它主要由底座16、主动辊2、从动辊12、压带器17、气缸8、阻尼油缸6、气控换向阀9、橡胶防尘套4、支承工作台等组成。砂光装置通过底座16用螺钉安装于床身上,气缸8与阻尼油缸6为串联结构,并由同一根活塞杆

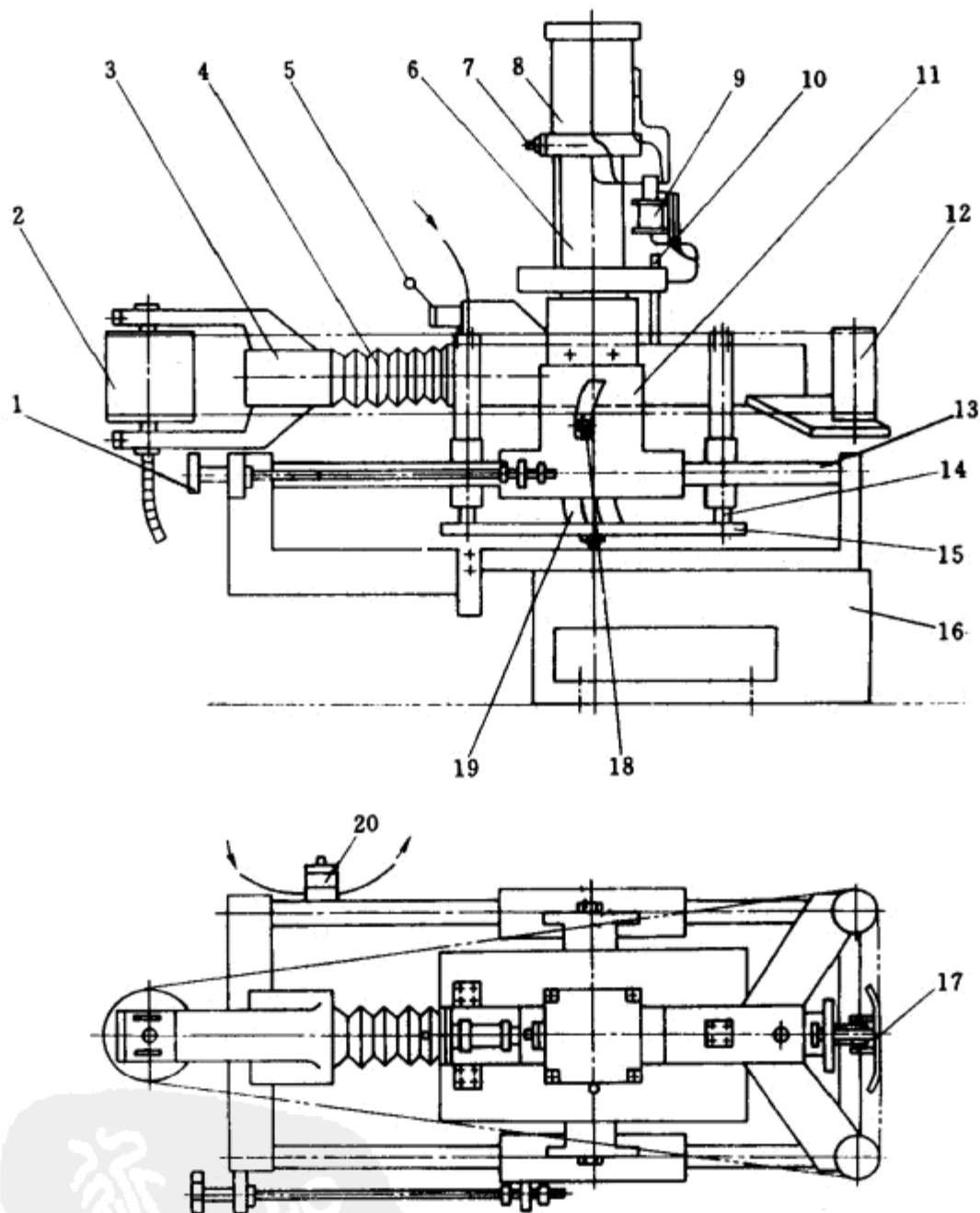


图 11-5 MON-L型单面直线封边机砂光系统示意图

- 1—手轮 2—主动辊 3—主动辊支架 4—橡胶防尘罩 5—手动换向阀 6—阻尼油缸 7—节流阀 8—气缸
9—气控换向阀 10—行程调节螺钉 11—溜板 12—从动辊 13—水平圆柱形导轨 14—垂直圆柱形导轨
15—平板 16—底座 17—压带器 18—锁紧螺钉 19—弧形导轨 20—气动开关

相连, 活塞杆下端用螺母固定于平板15上。砂带安装在主动辊2和二个从动辊12上, 砂带张紧由单作用气缸带动主动辊支架3实现, 5为手动换向阀。主动辊即为外转子电动机, 当外转子旋转时, 使安装其上的砂带作高速运动。气缸通过压带器将砂带压向工件侧表面, 使封边带表面获得砂光。控制压带器动作的气缸由气动行程换向阀控制, 当工件进入磨削区时, 压带器17将砂带压向工件, 当工件离开磨削时, 压带器退回, 从而避免了工件在进入和离开砂带时可能产生的塌头现象。为了提高砂光质量, 砂带除了作高速回转运动外, 砂带还可沿垂直导轨14作上下运动。为了保证砂架上下运动速度的稳定, 气缸8下面串接了阻尼油缸6。气缸8的往复运动及行程大小由气控换向阀9和行程调节螺钉10控制。砂带相对工件横向位置的调整, 可通过手轮1实现。砂带倾斜角度的调整, 可松开锁紧螺钉18, 使弧形导轨19沿溜板11移动而得到。

MON-L型单面直线封边机上还设有工件支架13(见图11-1), 支架外侧边全长上装有单排多只滚轮, 主要用于支承工件。工件一端由履带带动向前运动, 而另一端则由支架上的滚轮支承以减小进给阻力。工件支架可根据工件的宽度进行调整, 松开两只手柄后, 使中间的连杆向进料端移动, 支架工作台宽度增加。反之, 宽度则减小。调整后, 必须重新锁紧手柄。

表11-1为MON-L型单面直线封边机的主要技术参数。

表 11-1 MON-L型单面直线封边机主要技术参数

名 称		技 术 参 数 值
加工板件的最小宽度		100mm
加工板件的最小长度		100mm
加工板件的厚度		10~60mm
封边条的厚度		0.4~25mm
电 机	前、后截头刀架	
	转速	12000r/min
	功率	0.22~0.59kW
	粗、精上下棱边修整刀架	
	转速	12000r/min
	功率	0.22~1.84kW
	砂光系统	
	转速	2800r/min
	功率	2.06kW
	进给装置	1.84kW
进给速度		8~30m/min
砂光装置工作气压		0.3MPa
砂光装置压带器工作气压		0.05MPa

牡丹江木工机械厂生产的KS23直线直面封边机(按新国标规定应为MD515单面封边机)就属此类型。其主要技术参数如下: 加工工件厚度8~55mm, 封边带厚度0.4~20mm, 进料速度16m/min, 总功率11kW, 机床外形尺寸(长×宽×高)4500mm×1750mm×1300mm, 机床质量1600kg。

双面直线封边机实际上是由两台单面直线封边机组合而成, 工作时可以将板式工件相对应的两个侧面同时进行封边。它采用塑料封边带(或单板条), 可自动完成板件的进料、涂胶、送带、封边、前截头、后截头、铣上下棱边、修饰和清胶等各道工序。

双面直线封边机上的进料装置、涂胶装置、挤压胶合装置、前后截头装置、倒棱装置等与前面介绍的单面直线封边机上的功用、工作原理大体相似。双面直线封边机还应能根据工件尺寸的宽窄变化进行相应的调整, 故此封边机一面的机身固定于机座导轨上, 而另一面的机身则能在导轨上移动, 它是通过电动机经皮带及丝杆螺母机构来实现的。

第二节 曲直线封边机

曲直线封边机适用于板式部件直线边缘或呈不规则曲线边缘的封边作业。该类封边机通常由手工进料,生产效率较低,但结构简单,操作方便,工艺适应性较强,适宜于单件小批量生产。意大利史提芬尼公司生产的BRT型曲直线封边机,其最小封边圆弧半径为20mm,适用的封边材料为塑料封边带、浸渍纸层压条和单板条,厚度通常为0.4~0.8mm。当用做直线平面封边时,厚度可达5mm。

图11-6所示为BRT型曲直线封边机的外形图。它由床身、操纵控制板、封边带送料装置、剪切机构、涂胶装置、压辊、棱边上下修整刀架等组成。

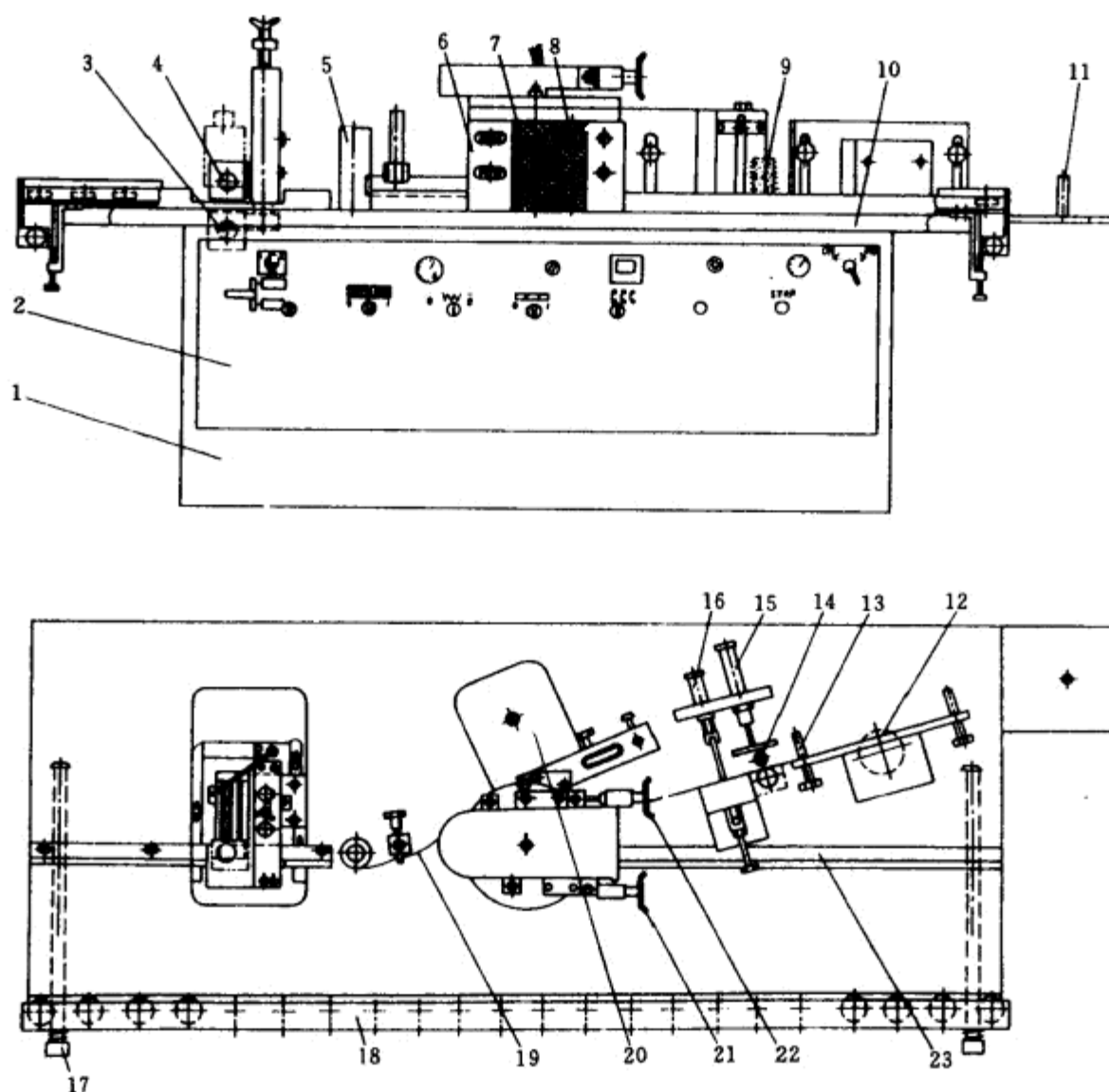


图 11-6 BRT曲直线封边机外形图

- 1 床身 2 操纵控制板 3—下修整刀架 4—上修整刀架 5—压辊 6—挡板 7、8—涂胶辊 9—送料针辊
10—工件台 11—心轴 12—计量滚轮 13—封边带宽度限位杆 14—偏心辊 15—压紧气缸 16—剪切气缸
17 支架导杆 18—侧压紧支架 19—封边带导向片 20—胶罐 21、22—手轮 23—导尺

进行封边作业时,首先在胶罐中加入热熔胶,然后通电加热,当温度达到规定值时,方可开动机器。盘状连续封边带安装在心轴11上,根据封边带的宽度调整好限位杆13的高度。在使用连续封边带时,应装上偏心辊14;但当使用单板条时,应卸去偏心辊,此时由压紧气缸15压紧封边条。封边带或封边条由送料针辊9送进,送料针辊由链条带动旋转,压向或离开封边带则由气

缸实现。封边带经涂胶辊涂胶后,经导向片19,与手工进料的工件边缘在人工作用力和压辊的作用下胶合。最后通过棱边上、下修整刀头铣削去多余的棱边,从而完成整个封边作业。连续封边带的定长截断,靠封边带送进时的摩擦力带动计量滚轮12旋转,当封边带达到所需长度时,计量控制装置发出讯号,剪切气缸16动作,将连续的封边带切断。涂胶量由手轮21、22调节。当用做直线平面封边时,可根据工件宽度预先调整好侧压紧支架18与导尺23之间的距离。侧压紧支架上装有滚轮,并由压紧弹簧使支架对工件有一定的侧向压紧力。工件进给时,只需人工向进给方向施加一定的推力就可以了。当用做曲线边缘封边时,则无法使用侧压紧支架,完全由人工在侧向和进给方向施加所需要的作用力。

另一种多用途的BCM/2型曲直线封边机,既可作曲线封边,又可作直线封边,当装上与工件外形相适应的特殊成型进料辊,还可以对成形边工件进行封边作业。

表11-2为意大利BRT型曲直线封边机的主要技术参数。

表 11-2 意大利BRT型曲直线封边机主要技术参数

名 称	技 术 参 数 值	名 称	技 术 参 数 值
板件最小宽度	50mm	功率	0.22kW
板件最大宽度	600mm	转速	12000r/min
板件最小长度	150mm	进给速度	3、6、12m/min
板条厚度	10~50mm	胶罐容量(热熔胶)	8kg
封边工件最小半径	20mm	压缩空气工作压力	0.6MPa
进给电动机功率	0.736kW	压缩空气的耗量	50L/min
修边刀架电动机			

四川都江堰木工机床厂生产的MD536×6型自动曲直线封边机就属此类型。其主要技术参数如下:加工工件宽度75~600mm,工件厚度10~60mm,封边材料厚度0.4~6mm,最小封边半径20mm,进料电动机功率0.75kW,可调进料速度2.5~13m/min,胶罐容量(热熔胶)5kg,电动机总功率4kW,压缩空气压力0.5MPa,机床外形尺寸(长×宽×高)1262mm×982mm×1088mm,机床质量450kg。

第三节 其它类型封边机简介

一、直线曲缘封边机

直线曲缘封边机亦称异形封边机,可以封贴如图11-7所示各种形状的曲缘,同时亦可作直线平面边缘的封边作业。封边材料可为塑料带、浸渍层压纸条和单板条,厚度为0.4~0.8mm。当用于直线平面封边作业时,亦可采用厚度较厚的木条。功能齐全的直线曲缘封边机主要由下列部分组成:刻痕锯片和刻痕加深加宽刀架,成型铣削刀架,涂胶系统,预压合部分,连续封边带剪切刀架,成型压合部分,前、后端截头刀架,棱边粗上、下修整刀架,棱边精上、下修整刀架,砂光装置,上压架及履带输送装置等。但各种类型封边机上的刀架配备不是一成不



图 11-7 各种形状曲缘的工件

变的,它可以根据工艺用途需要进行组合。如果被封边的工件边缘成型面已在双端锯铣机上加工好,那么,刻痕刀片、刻痕加深加宽刀架、成型铣削刀架就可不必配备。

直线曲缘封边机的涂胶系统,封边带的剪切刀架,棱边粗、精上下修整刀架,履带输送装置等与直线型封边机结构基本相似。但直线曲缘封边机为适应封边条与成型面的压合,故设置有压轮架。图11-8所示为压轮架的结构示意图,主要由压轮臂、扇形板、支架、安装板、调节手柄等组成。安装板10上装有可供直线封边用的11只圆柱形压辊7,而扇形板2上的四根圆形导轨4上可装有28只平压轮,具体安装数量根据封边曲缘外形的需要进行增减,平压轮位置可任意调整使之沿型面曲线轨迹排列,以保证封边条与工件曲线型面的压合。压轮的压紧力由压缩弹簧提供。

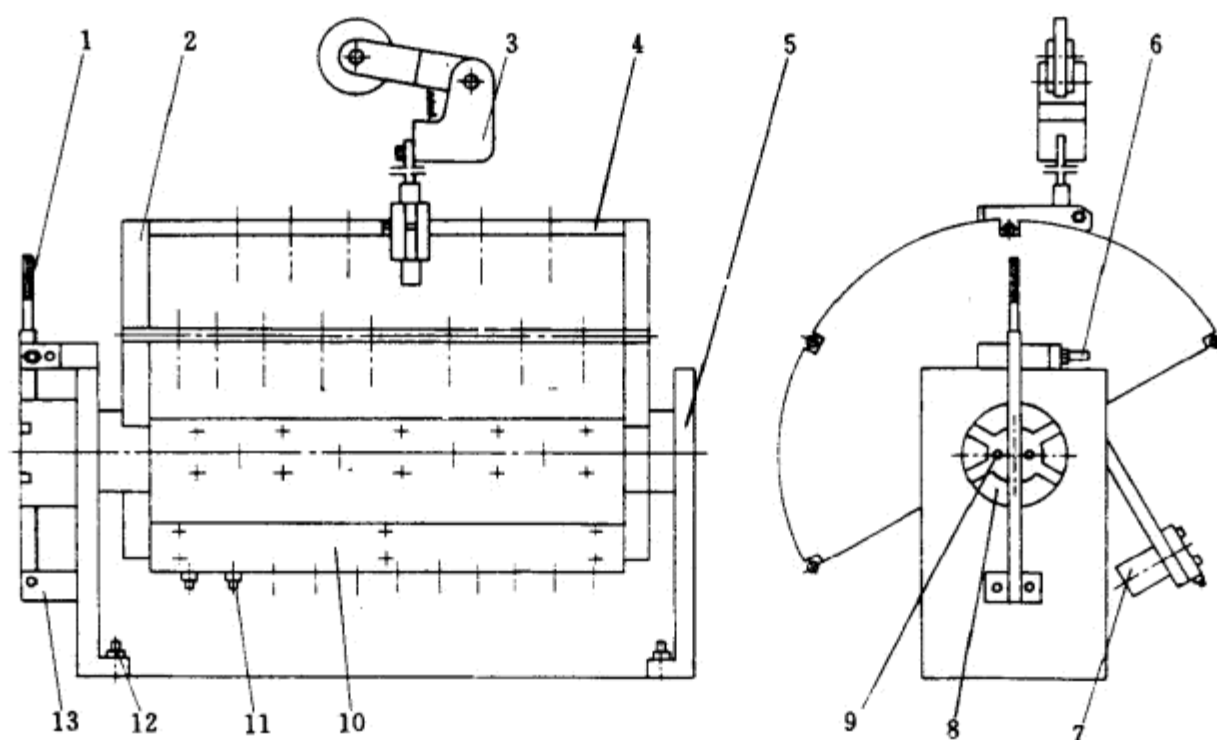


图 11-8 压轮架结构示意图

- 1 手柄 2—扇形板 3—压轮臂 4—圆形导轨 5—支架 6—锁紧螺母
7—圆柱形压辊 8—圆形转盘 9、11、12—螺钉 10—安装板 13—支座

直线曲缘封边机涂胶一般不是涂在工件边缘上,而是涂在封边带上,这是由于在工件型面曲线边缘很难将胶液涂匀之故。

工件的进料同样由履带实现,工件上面具有单排带槽的橡胶压紧滚轮,进料速度可在8~30m/min范围内调节。

二、边缘披覆型封边机

边缘披覆型封边机主要用于将人造板表面覆贴材料的包折,其工艺示意图如图11-9所示。1为覆贴材料表面尺寸修整加工的铣削装置;2为覆贴材料和板件边缘的喷胶装置;3为对覆贴材料表面加热软化处理;4为胶合剂的加热活化;5为折叠加压和表面胶合;6为覆贴材料余量的修整和精细加工。

目前,欧洲最新的封边技术,可将封边材料整片地披覆在板件表面和边缘上,使封边的效果更好。

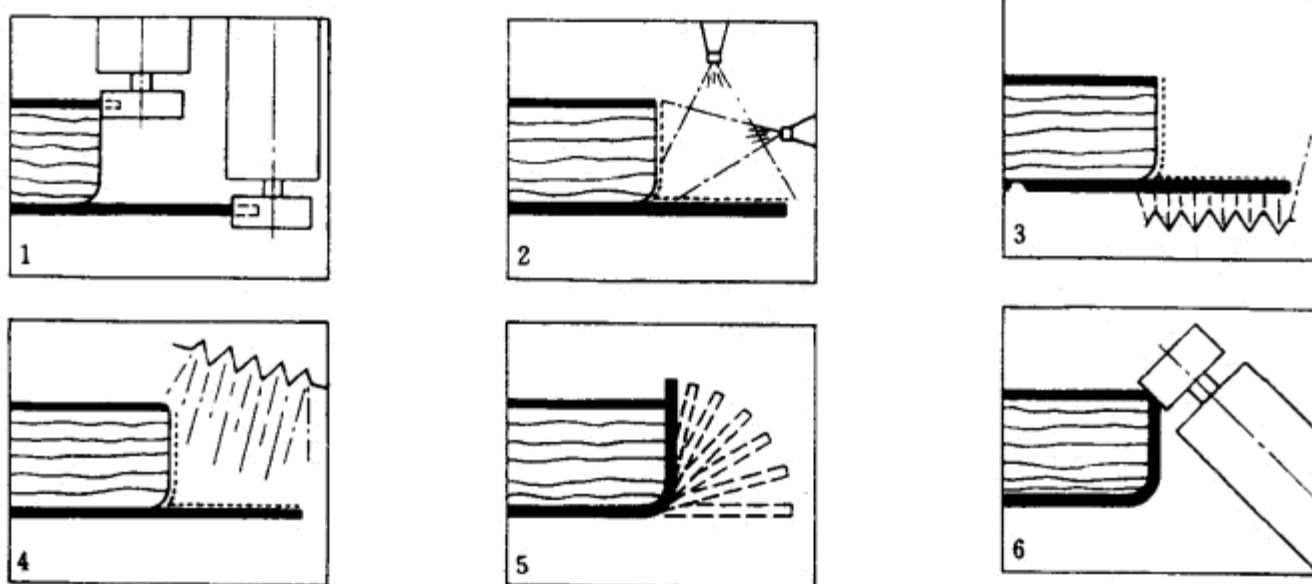


图 11-9 披覆型封边机工艺示意图



第十二章 旋切机与刨切机

第一节 旋 切 机

旋切机用于将一定长度和直径的木段加工成连续的单板带,以供生产胶合板、细木工板和其它人造板贴面之用。旋切机的主要技术参数,是可加工木段的最大长度和直径。

根据可加工木段的最大长度 L 和直径 D ,旋切机可分为:重型旋切机,可旋切 $L=2250\sim 2700\text{mm}$, $D\leq 1500\text{mm}$ 的木段;中型旋切机,可旋切 $L=1350\sim 1950\text{mm}$, $D=200\sim 800\text{mm}$ 的木段;小型旋切机,可旋切 $L\leq 1000\text{mm}$, $D\leq 400\text{mm}$ 的木段。根据被旋切木段的夹持与驱动方式,旋切机可分为:机械夹紧卡轴旋切机、液压夹紧卡轴旋切机和无卡轴旋切机。其中,液压夹紧卡轴旋切机又有单卡轴和双卡轴之分。

一、卡轴旋切机简介

机械夹紧卡轴旋切机的基本工作原理如图12-1所示。木段1由左、右卡轴2和3夹紧,并随卡轴旋转,其运动由电动机4驱动。装有旋刀6和压尺7的刀床5,相对于旋转的木段作进给运动,旋切出连续的单板带。刀床的进给丝杆由卡轴3通过链传动14、进给箱9和锥齿轮副15驱动。由于卡轴和刀床之间采用刚性传动链,故可保证整个旋切过程中,单板厚度保持一致。改变进给箱9中的齿轮传动比,即可获得不同厚度的单板。

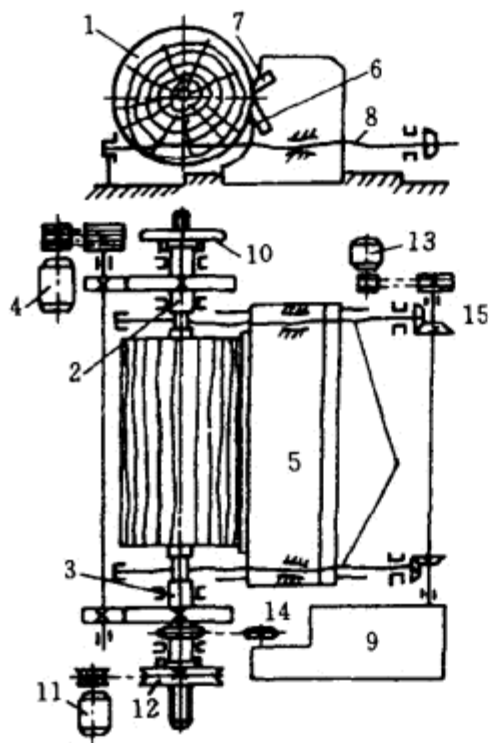


图 12-1 旋切机原理图

- 1 木段 2 左卡轴 3 右卡轴
4 主电机 5 刀床 6 旋刀 7 压尺
8 进给丝杆 9 进给箱 10 手轮
11 电动机 12 皮带传动 13 电动机
14 链传动 15 锥齿轮副

提高木段的出板率。

主传动的电动机4能无级变速,其转速(n)随被旋切木段直径(D)的减小而增加,以实现恒线速($v=\pi Dn$)切削,从而保证生产率。

左卡轴(又称支持卡轴)2的轴向移动可用手轮10来操纵,用以控制木段和旋刀的相对位置。右卡轴由电动机11通过皮带传动12驱动,快速向木段靠拢,并初步夹紧木段;当主电动机4驱动卡轴旋转时,制动位于卡轴尾部的螺母(装在皮带轮内,图中未表示),卡轴获得的慢速轴向移动,实现对木段的最终夹紧。

刀床向木段快速靠近或远离木段快速退出,是由电动机13实现的,此时刀床运动与卡轴旋转之间的传动链脱开。

旋切机的辅助装置有,上木定心装置、单板自动卷板或贮存装置。它们用以提高自动化程度和生产效率。另外,在有些旋切机上还备有木芯防弯压辊,以减小旋切木芯的直径,

用于旋切微薄木单板的精密旋切机,已采用滚珠丝杆代替普通旋切机上使用的进给丝杆,保证刀床的进给精度,提高单板的质量。

图12-2为国产BQ1121/10型旋切机的外形。该机床主要由左卡轴箱、右卡轴箱、刀床、齿轮箱、挂轮架和电气控制箱等组成。左卡轴箱内的卡轴可由电动机驱动皮带轮(皮带轮内带螺母)正、反转而使其沿轴向快速移动,完成初步夹紧或放松木段。木段的进一步夹紧可由主电动机带动卡轴旋转,并用脚踏刹车装置使皮带轮停止转动而得到。右卡轴箱内的卡轴轴向移动可通过转动大手轮获得。当夹紧木段的力过大时,搬动手柄而使大手轮制动,即可使卡轴退出。木段由左、右卡轴箱内卡轴卡紧,并由主电机通过齿轮传动使木段获得旋转运动(即主运动)。

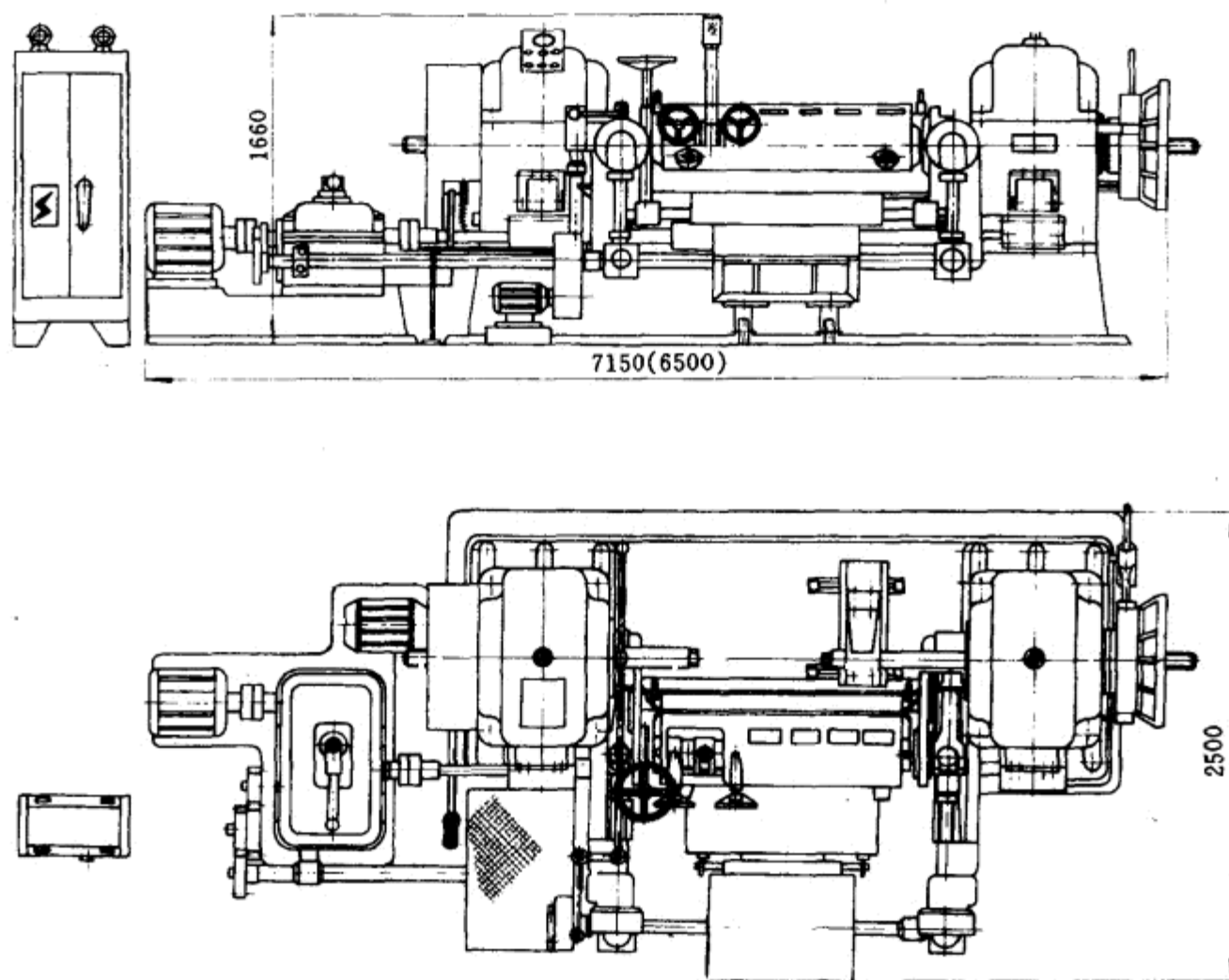


图 12-2 BQ1121/10型旋切机的外形

旋切机结构除采用机械卡轴外,新型旋切机普遍采用液压式卡轴,为了适应木段径级变化和减小木芯直径,大多采用液压双卡轴。当开始旋切大径级木段时,大、小卡头同时夹紧;当旋切至一定直径后,大卡头退出,单独由小卡头夹紧,直至旋切结束。一般在机械夹紧式卡轴上配置大、小两种卡头,以供选择使用。图12-3为国产BQ1121/10型旋切机的传动系统图。

二、无卡轴旋切机简介

无卡轴旋切机与传统结构的机械夹紧卡轴旋切机和液压夹紧卡轴旋切机不同,在无卡轴旋切机中没有用于夹紧木段并使之产生旋转运动的卡轴,木段的旋转运动由摩擦辊或齿形辊在木段的外圆周上驱动。其工作原理见图12-4,木段5由呈三角形布置的三个辊筒抱住,其中固定辊2起辊筒压尺的作用,另外两个摆动辊1起摩擦驱动和进给作用。摩擦辊1和压尺架的

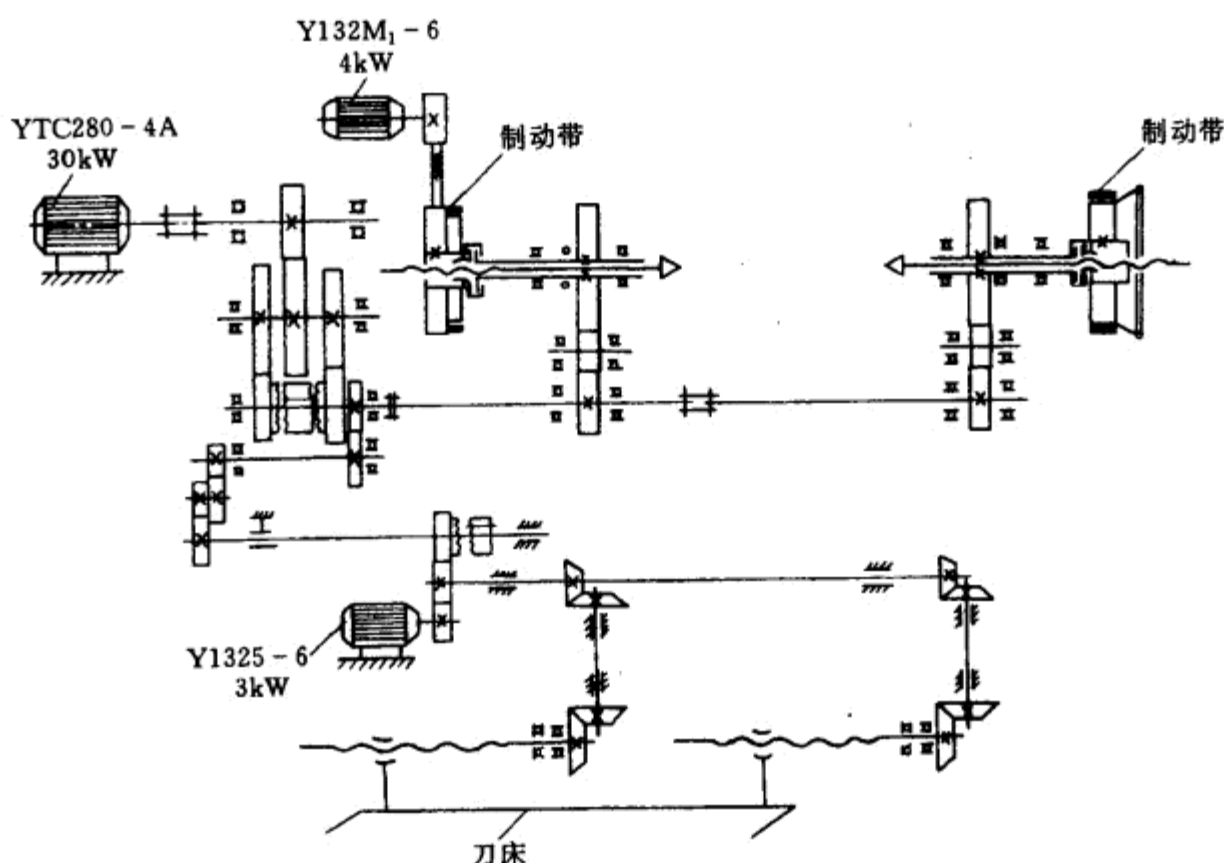


图 12-3 BQ1121/10型旋切机的传动系统图

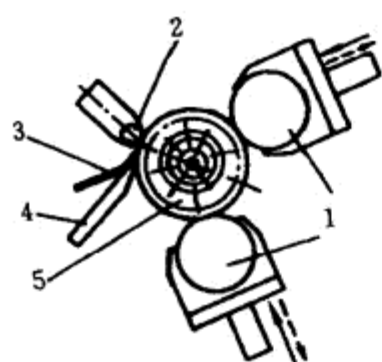


图 12-4 无卡轴旋切机
工作原理

1--摆动辊(摩擦辊) 2--固定辊
3--单板 4--旋刀 5--木段

长度与旋刀的 length 相等。旋切时，两只摩擦辊始终沿木段全长施加均匀的压力，在驱动木段逆着旋刀4的刃口旋转的同时，将木段5推向旋刀实现进给，旋切单板3。旋切终了时，两个摩擦辊可以靠得很近，因而旋切后木芯直径可以很小，最终木芯直径一般小于50mm，进一步提高了木段的出板率。此外，为减小旋切阻力，提高旋切单板的质量，旋刀可在刀床振动系统的带动下沿着旋刀的长度方向往复窜动，旋刀振动的频率为2次/s。

无卡轴旋切机的旋切单板厚度取决于刀门间隙的大小，因此其厚度误差较大。

无卡轴旋切机一般不能单独使用，但可在胶合板生产线上作为木芯再旋设备，也可与旋圆机相配套，作为小径木或竹材的旋切设备。

第二节 刨 切 机

一、概 述

刨切机能将经蒸煮处理的、具有美观花纹的名贵树种木材，制成一定厚度、花纹美观的装饰性单板，用于刨花板、胶合板、细木工板、中密度纤维板、钙塑板等板材的表面覆贴，以提高名贵木材的利用率，扩大优质木材的使用面积。经刨切单板覆贴的各种二次加工板材可用于建筑物、车厢、船舶等内部装修，以及中、高级家具及木制品的制造，以显示出木材天然纹理的真实感和自然美。

刨切机的类型较多,其结构根据刨切方法的不同可分为三类:横向刨切机,纵向刨切机和旋转刨切机。

横向刨切机刨切单板时,刨刀刃口位于与木段纤维相平行的平面内,并且与木段纤维相垂直的方向运动,对木段进行横向刨切。横向刨切机可分为卧式刨切机和立式刨切机两种,其中立式刨切机又有上行刨切和下行刨切两种形式。

横向卧式刨切机是在水平面上进行刨切的,一般是由刨刀作直线往复运动来完成主切削运动,木方来完成进给运动。横向卧式刨切机工作原理如图12-5所示。在工作台上固紧有木方,当刀架上的刨刀在工作行程中,刨削木方而获得刨切单板。空行程时,木方将相对于刨刀垂直进给(上升)一张刨切单板的厚度。刨刀前面安装有压尺,用来压紧木方上将被刨削的部分,以保证刨下的刨切单板不发生撕裂和剪裂现象。刀架的水平直线往复运动,由电动机通过齿轮和齿条机构驱动,齿轮齿条机构的往复换向是通过拨叉皮带或电磁离合器来实现的。刨切机的进给运动必须与主切削运动相配合,使得只有在空行程时,才能实现进给运动,并保证主切削运动每一往复的进给量相等,通常是通过棘轮棘爪机构或槽轮分度机构来实现的。刀架的水平直线往复运动也可由电动机通过偏心轮连杆机构驱动,除机械传动外,还有采用液压传动的。

横向卧式刨切机的刨切速度一般为10~30次/min,生产效率较低。

横向立式刨切机是在垂直面上进行切削的,由木方作上下往复直线运动来完成主切削运动,刨刀来完成水平的进给运动。横向立式刨切机工作原理如图12-6所示。木方紧固在工作台上,刨刀和压尺安装在刀架上。当木方在工作行程时,刀架上的刨刀刨削木方而获得刨切单板;在空行程时,刀架向木方进给一张刨切单板的厚度。

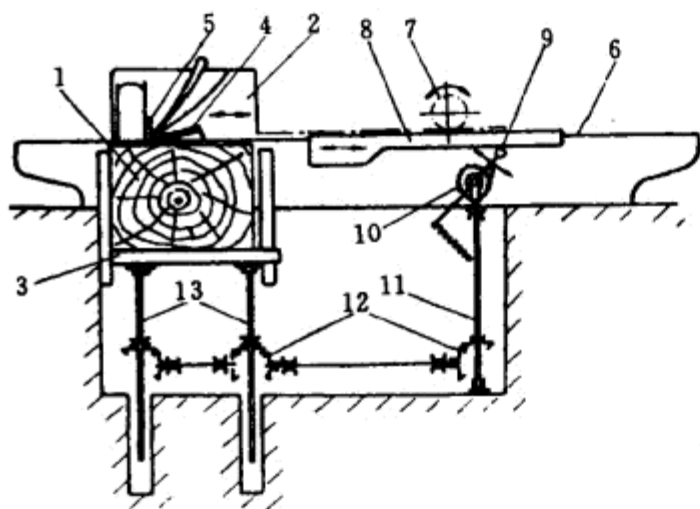


图 12-5 横向卧式刨切机工作原理

- 1—木方 2—刀架 3—升降台 4—刨刀 5—压尺 6—导轨
7—齿轮齿条机构 8—撞块 9—摆杆 10—棘轮棘爪机构
11—垂直轴 12—锥齿轮副 13—丝杆机构

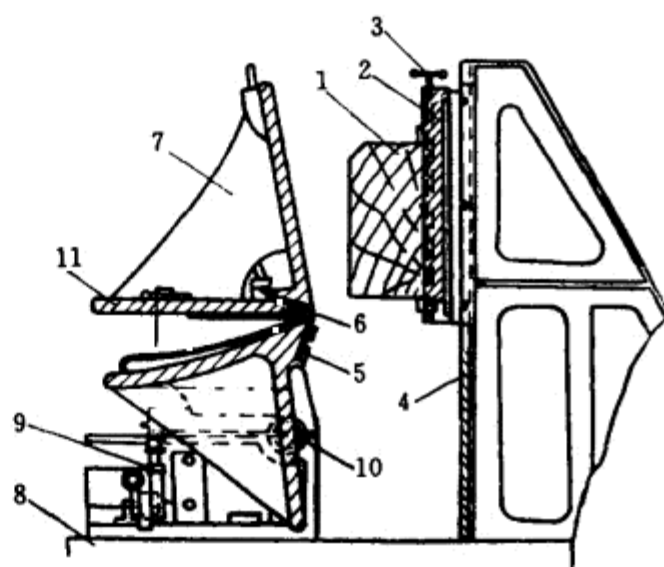


图 12-6 横向立式刨切机工作原理

- 1—木方 2—工作台 3—夹紧机构 4—垂直导轨
5—刨刀 6—压尺 7—刀架 8—水平导轨
9—切削角调节螺钉 10—转轴 11—压尺架横梁

横向立式刨切机按其上行或下行切削,可分为两种结构形式:一种是当木方下行运动时进行刨切,如图12-7(a)所示,刨出的单板背面朝下,单板因受切削力的影响而产生向上的翘曲,在输送、干燥和堆放过程中易于损失和破坏。另一种是当木方上行运动时进行刨切,如图12-7(b)所示,刨出的单板背面朝上,单板因受自重的影响而逐渐平整,故在输送、干燥和堆放过程中损失率较小。

横向立式刨切机的刨切速度可达90次/min以上,生产效率较横向卧式刨切机高,且因刨

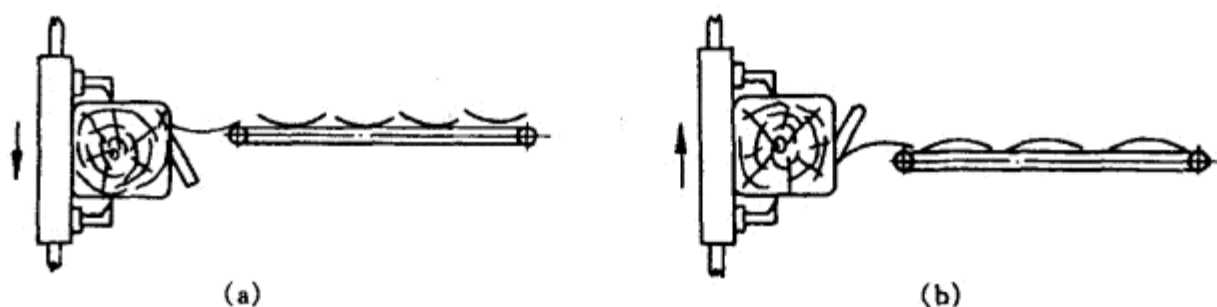


图 12-7 横向立式刨切机的两种结构形式

(a) 木方下行时刨切 (b) 木方上行时刨切

切出的单板易于通过皮带输送机构输出,因此比较能适应自动化的刨切单板生产线使用。

倾斜式刨切机是横向立式刨切机和横向卧式刨切机相结合的一种形式。它与地面的倾斜角为 25° ,附有自动取板装置。在刨切过程中木方固定,刨刀随刀架作直线往复运动。由于惯性力的作用,刨切时刀架带着刨刀向下冲去,因而可减少消耗,刨切质量较好;同时此种刨切机操作方便、换刀迅速,操作人员便于观察刨切质量。

纵向刨切机的刨切加工是由驱动装置推动木方沿工作台面相对于刨刀作往复直线运动来实现的。刨切单板的厚度由刨刀刃口相对于工作台面的伸出量控制。由于木方沿纵向作往复直线运动,因此其横向尺寸较小,纵向尺寸较大。这种刨切机生产效率较低,适用于家具车间小批量刨切单板的加工;但因其木方在纵向沿工作台面运动,故可刨切长度较大的单板,比较适用于建筑物内部立面装饰单板的刨切加工。

旋转刨切机的工作原理,如图12-8所示。被刨切的木段预先在纵向加工出一个不太宽的平面,并开出两道纵向沟槽。然后将木方放置在可旋转的卡木装置上,通过气缸及弹簧杠杆机构卡紧木段。木段随卡木装置旋转,每转一周刨切出一张单板。刨刀随刀架一起作水平进给运动。

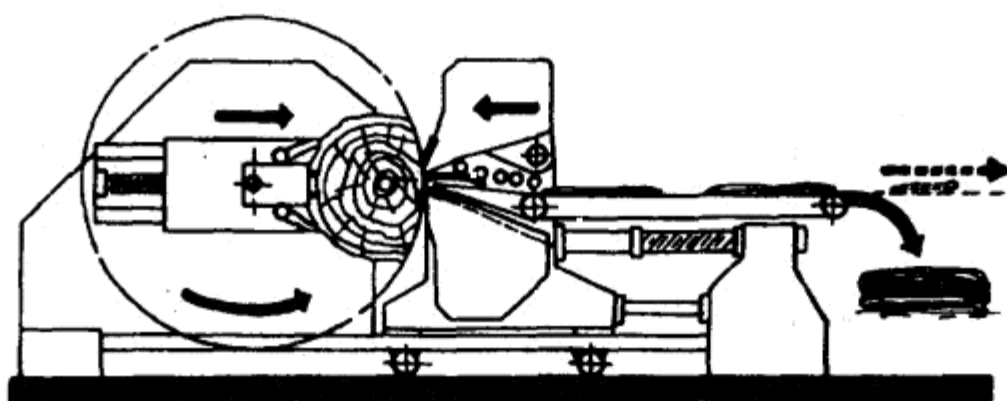


图 12-8 旋转刨切机的工作原理

旋转刨切机的生产效率较高,刨切速度可达110次/min。刨出的单板易于通过带式取板装置输出,能适应高效率的刨切单板生产线使用。刨切单板主要是旋向大花纹单板,每张单板的花纹近似一致,特别适用于室内壁板的装饰。由于刨切后只剩下厚度为19mm左右的边板,因而木段的出板率较高,可达80%~90%。此外,还可以根据刨切工艺的要求,方便地调整木段相对于卡紧装置的位置,刨切出旋向大花纹单板、径向大花纹单板及旋径向花纹单板等。

二、横向立式刨切机

图12-9为B1520型横向立式刨切机,是一种下行刨切的横向立式刨切机。机床由机身、工作台(滑床)、刀床、电磁离合器、减速箱、进给传动机构和液压卡紧系统等主要部分组成。木方由

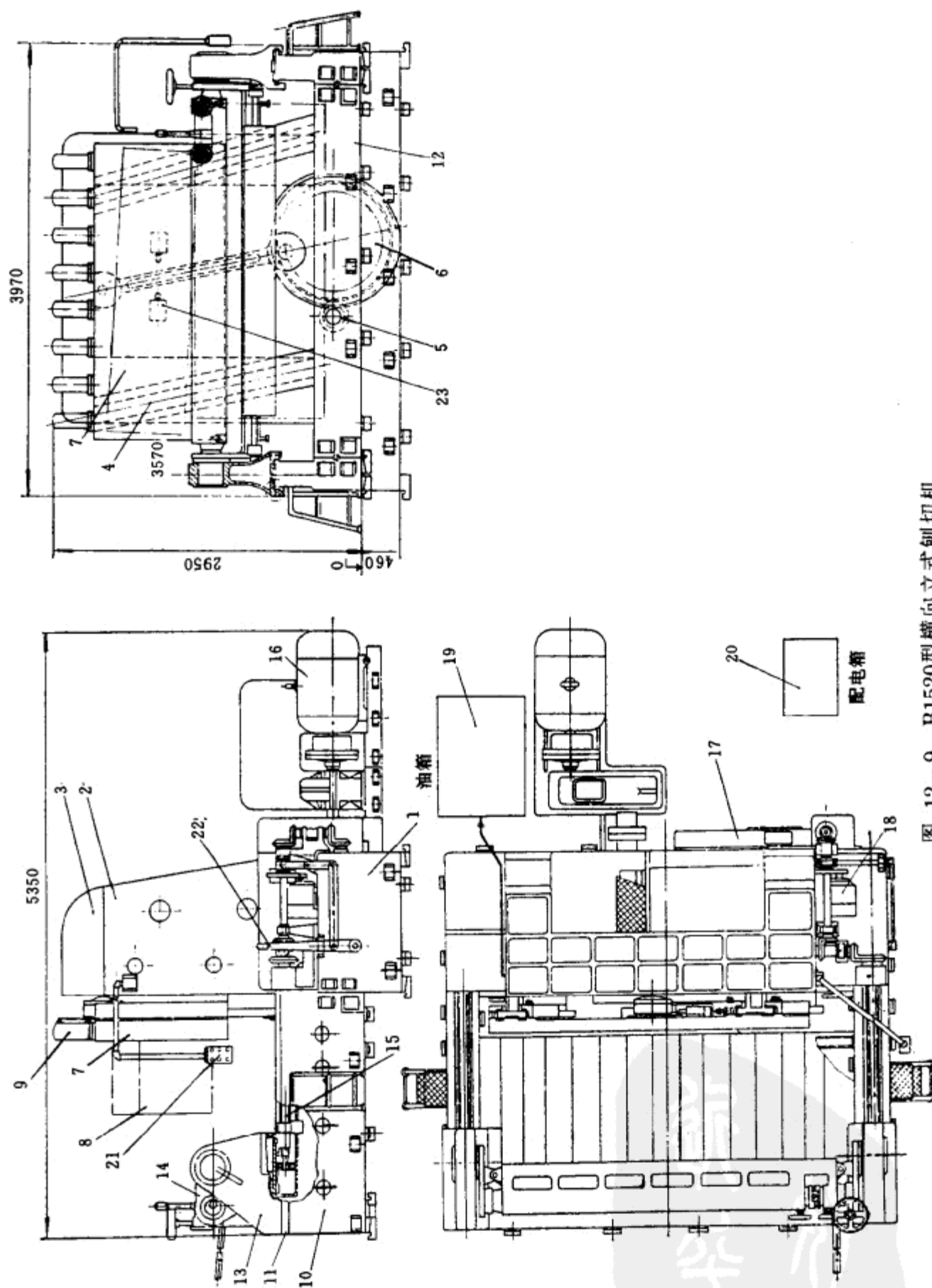


图 12-9 B1520型纵向立式刨切机

- 1—底座 2 左右立柱 3—上横梁 4—倾斜导轨 5—齿轮传动机构 6—曲柄连杆机构 7—滑床(工作台) 8—木方
 9—夹紧油缸 10—左右滑道 11—水平导轨 12—前横梁 13—左右滑座 14—刀床 15—丝杆螺母机构 16—多速电动机
 17 进给变速箱 18 电动机 19 液压装置 20 电器柜 21 控制板 22—离合器操纵手柄 23 润滑油器

卡紧装置固定在滑床上,滑床由多速电动机通过电磁离合器、减速箱、齿轮和连杆机构驱动,带着木方沿两条立式导轨作上下往复运动。刀床由主传动链通过变速机构驱动,实现进给运动;同时刀床亦可由单独的电动机驱动,实现刀床的快速调整运动。

机身由底座1、左右立柱2、上横梁3、前横梁12和左右滑道13等部分组成。底座1、上横梁3、前横梁12和左右滑道10均由铸铁制成。左右立柱2的上方和下方分别通过螺钉与上横梁3和底座1联结固定成具有较高刚度和稳定性的龙门框架。在左右立柱2上安装有互相平行且与垂直面倾斜 12° 的两根导轨4,供滑床7作上下往复运动。进给变速机构17和滑床往复运动的驱动机构也安装在底座1上。左右滑道10用螺钉固定在底座1的前面,前横梁12用螺钉将左右滑道10连接起来。于是,整个机身连成一个整体,使机床具有较高的刚度和稳定性。左右滑道10上装有互相平行的导轨11,供左右滑座13在进给丝杆螺母机构15的驱动下,带着刀床14作水平进给运动或实现快速进退移动。

滑床(工作台)用于固定被刨切的木方,并在连杆机构的驱动下带着木方在导轨上作上下往复运动。滑床的结构如图12-10所示,它由滑床体2和连杆6等部分组成。滑床体为型钢焊接件,上有两个相互平行的导轨槽,与左右立柱上的导轨相配合。滑床体通过连杆将主传动系统大齿轮7的旋转运动变成滑床沿立导轨的上下往复运动(参见图12-12)。

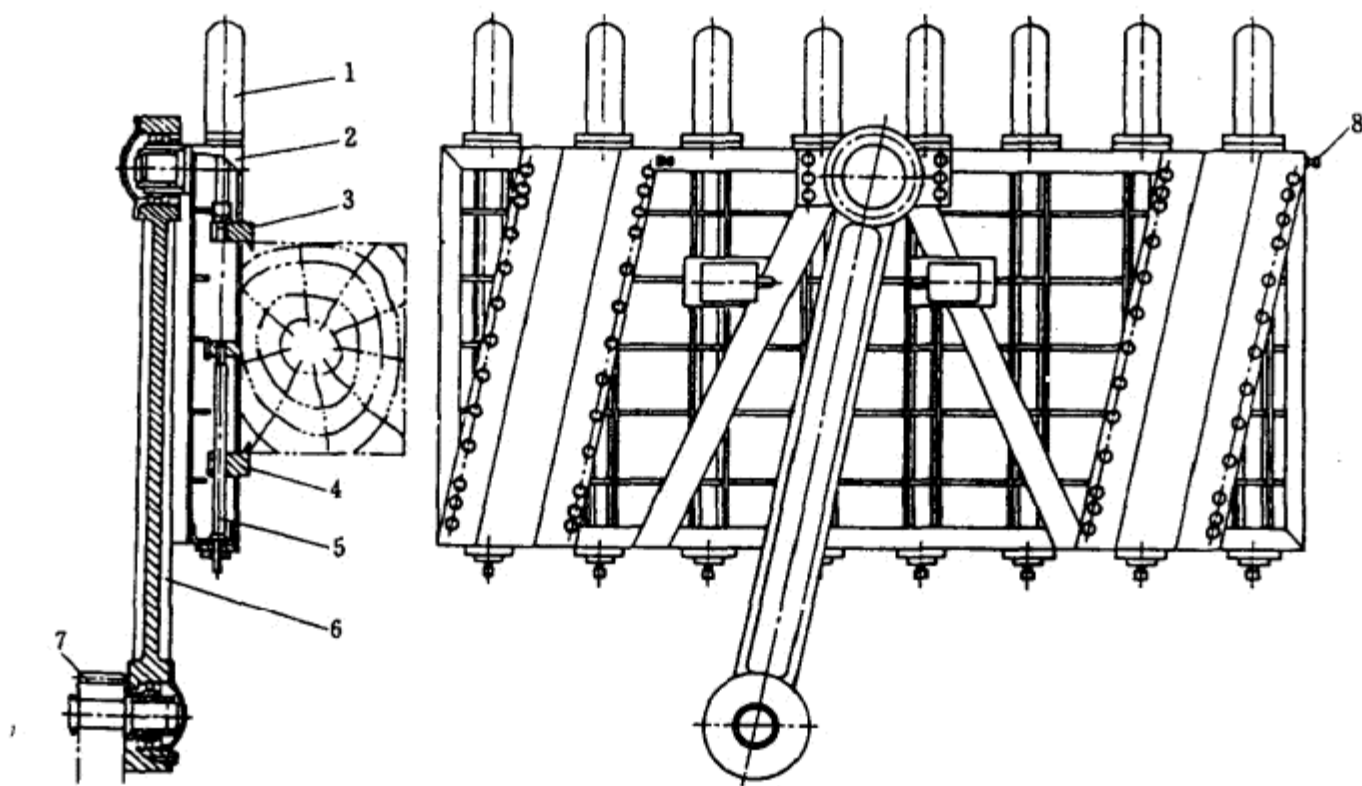


图 12-10 滑床结构图

- 1—液压卡紧油缸 2—滑床体 3—上卡爪 4—下卡爪
5—丝杆 6—连杆 7—传动部分大齿轮 8—调整螺钉

滑床上装有八组卡木装置,用于固定木方。每组卡木装置均由液压油缸1、卡爪3、丝杆5和卡爪4等组成。装木时,木方相对于水平位置倾斜 5° 左右,使刨刀逐步切入木方,有利于提高刨切质量。液压卡头的行程为210mm,当行程不足(即木方较小)时,可用下面的丝杆5使卡爪4移动,作为补偿调整。

滑床导轨槽与左右立柱的导轨之间的侧向间隙可通过螺钉8调整。

刀床安装在沿左右滑道水平移动的左右滑座上,随滑座一起移动完成进给运动。刀床的结构如图12-11所示,它由刀架和压尺架两部分构成。

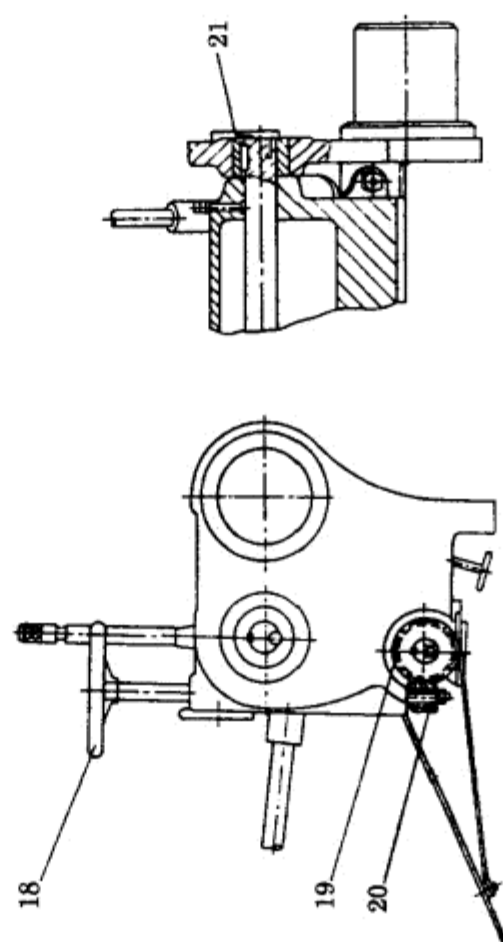
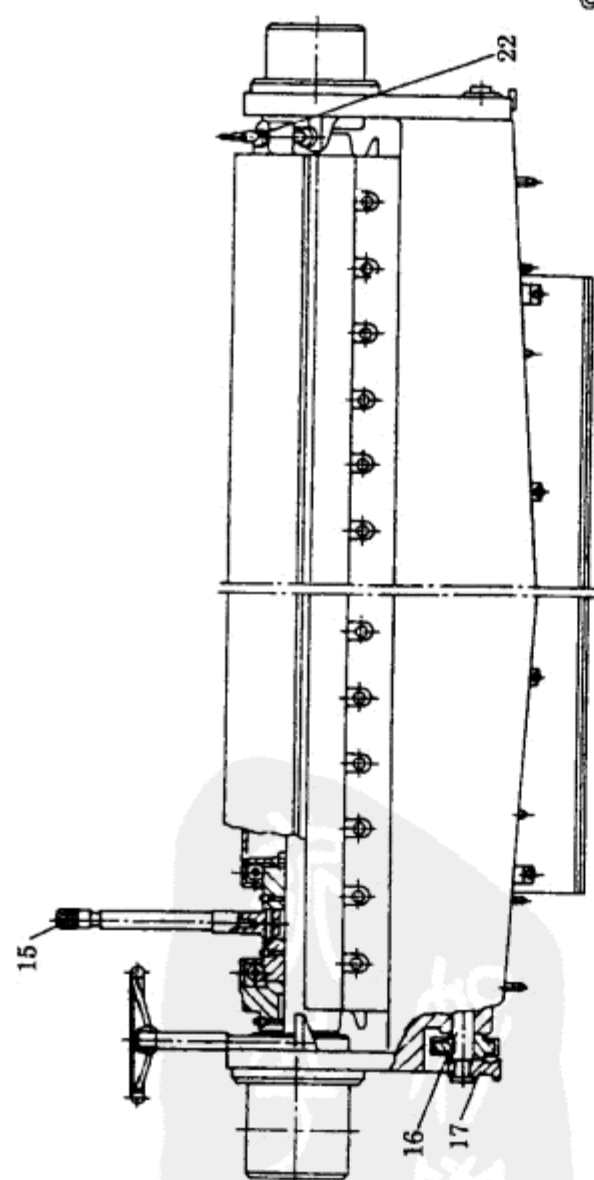
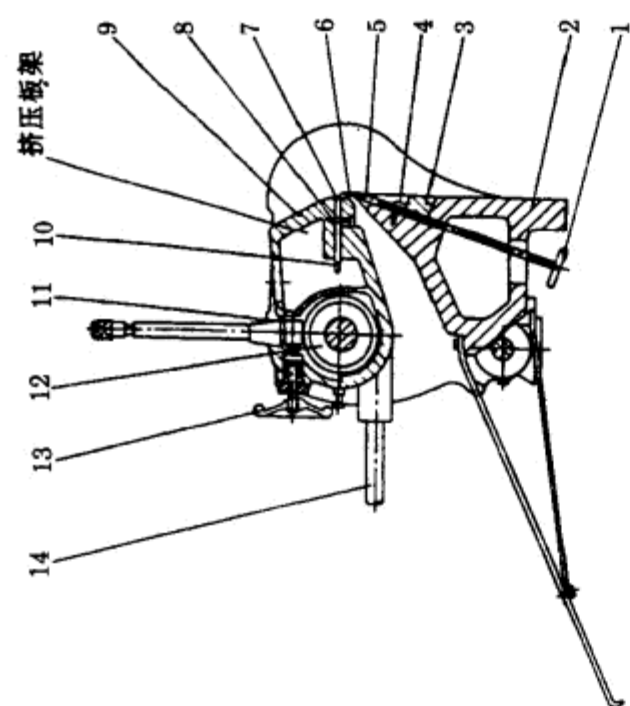


图 12-11 刀床的结构

1—调整螺钉 2—刀架 3、6—压板 4、8、10—螺钉 5—刨刀 7—压尺 9—压尺架 11、20—蜗杆
12、19—蜗轮 13、18—手轮 14—摇杆 15—扳手 16—偏心轴 17—滑块 21—偏心轴套 22—螺钉

刀架本体由铸铁制成,刨刀5用压板3通过螺钉4固定在刀槽内,刀刃的伸出量可用调整螺钉1调整。刀架的尾部通过滑块17坐落在辅助滑道上。转动手轮18,通过蜗杆20和蜗轮19,使偏心轴16旋转一定的角度,即可使刀架的尾部抬起或下落,达到调整刨切后角的目的。

压尺架9靠偏心轴套21支持在刀架本体2两侧壁的圆孔内。压尺7的伸出量可借螺钉10进行调整,压板6通过螺钉8使压尺7固定。压尺架的前端靠两个螺钉22架在刀架上,因而调整螺钉22便可调节压尺的高度位置。转动手轮13,通过蜗杆和蜗轮,使偏心轴转动,用以调节压尺棱与刨刀刃之间的间隙,实现刀门间隙的微调。通过扳手15转动偏心轴,使压尺架作水平方向的快速移动,实现刀门的快速启闭,供清理刀门使用。用撬杆14插入压尺架使之翻转,以便进行油刀或维修等作业。

B1520型横向立式刨切机的传动系统如图12-12所示。主电动机通过电磁离合器、减速箱,联轴节和小齿轮,驱动 $z=98$ 的大齿轮转动,大齿轮通过连杆机构使滑床实现上下往复运动。主电动机为三速电机,改变电动机的极对数,即可改变滑床的往复运动的速度。

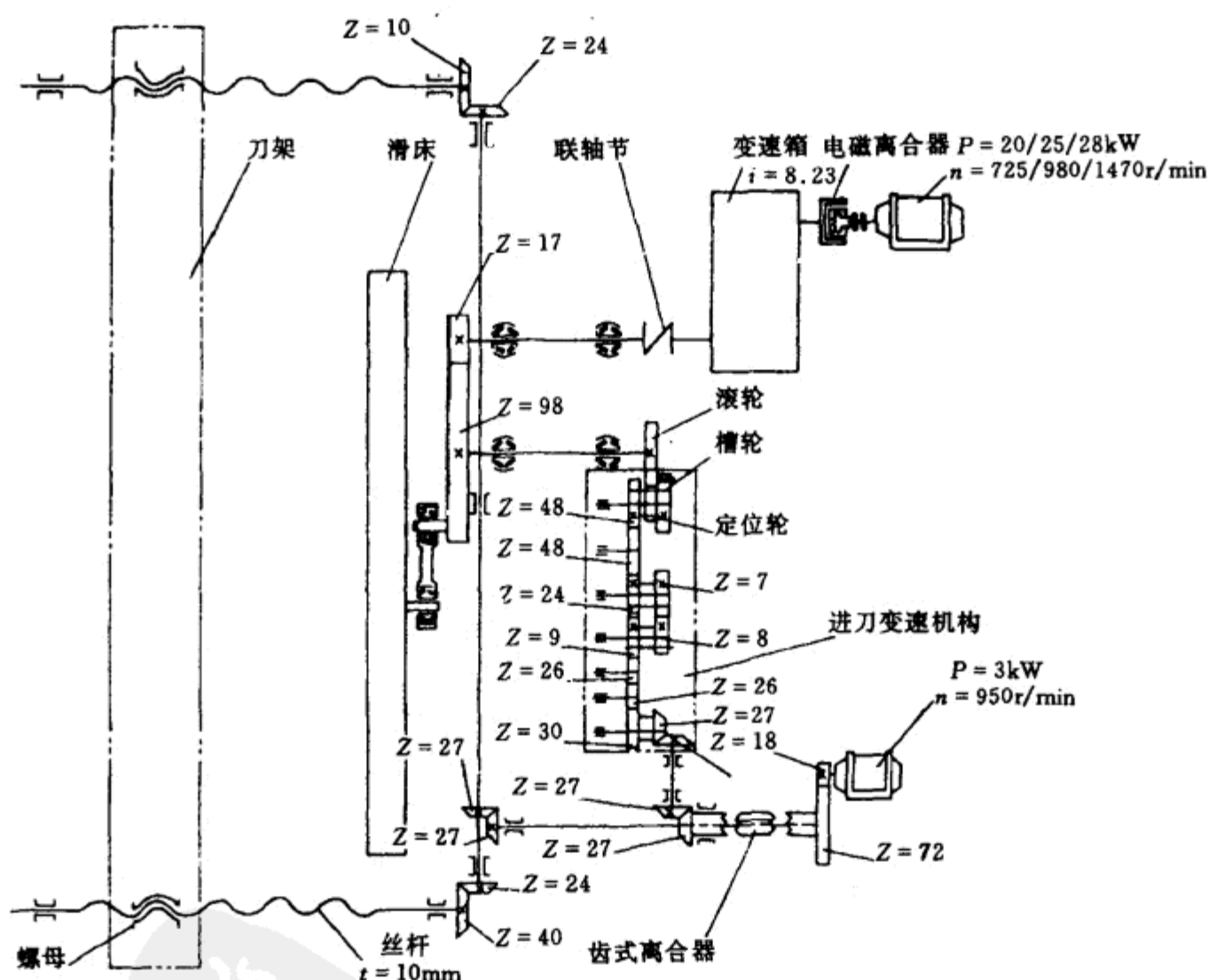


图 12-12 B1520型立式刨切机的传动系统

刀床的进给运动与滑床的往复运动之间,采用刚性传动机构,由槽轮机构、进给变速机构、伞齿轮传动和丝杆螺母机构组成。槽轮机构的拨轮与 $z=98$ 的大齿轮装在同一轴上,使滑床的往复运动与刀床的进给运动连接起来。进给箱中的挂轮 z_7 、 z_8 、 z_9 ,可以根据不同的刨刀单板厚度规格要求,从挂轮表中选择相应齿轮的挂轮配置。

刀床的快速移动由功率为3kW的电动机通过齿轮和离合器实现。如图12-12所示,当离合器滑块向右移动时,刀床实现快速移动;当离合器滑块向左移动时,刀床实现进给运动;当离

器处于中间位置时,刀床与主传动系统和快速移动电机的运动均脱开,刀床亦停止运动。

进给丝杆与螺母之间的间隙,因磨损将逐渐变大,如不消除,则在切削过程中刀床会产生轴向窜动,影响刨切单板的质量。为此,采用双螺母机构,以消除丝杆与螺母之间的间隙。

这种横向立式刨切机的结构比较简单、坚固,操作及维修比较方便。

新型立式刨切机在结构上进行了改进,使刨切机的性能及刨切单板的质量得以改善,主要表现在以下几个方面。

与上述立式刨切机滑床下行时刨切单板不同,有的新型刨切机滑床上行时刨切单板[参见图12-7(b)],刨出的单板背面朝上,单板在自重的作用下逐渐平整,采用皮带式取板装置输出单板时,不易损坏单板,也无需人工将单板翻转堆垛。但这种刨切机需要有抱闸装置,以避免刀床因切削力向上抬起,刀刀产生位移,而影响刨切单板的厚度精度,结构稍复杂。

为使滑床上下往复移动更为平稳,新型立式刨切机有的采用双连杆机构驱动滑床作上下往复运动,即主传动系统中包括两组大齿轮,两组连杆机构同步驱动,使滑床受力均衡,运动平稳。此外,有的立式刨切机中采用偏心轮和连杆机构驱动滑床作上下往复运动。

在刨切机的滑床返程中,刨刀与木方的摩擦将影响刨切单板的质量,因此新型刨切机的刀床部分设置有退避装置,一般采用机械式或液压式。当滑床返程时,退避装置使刀床后退微小的距离,避免刨刀与木方接触和摩擦;在刨切行程开始前,退避装置使刀床恢复原位。

木方夹紧系统一般采用液压或气压卡爪,动作迅速,且夹紧力均匀一致。新型立式刨切机中往往设置两套卡爪系统,其中一套伸出量较长,夹持木方的较高位置,当木方经刨切后其厚度减小时,另一套卡爪则由液压或气压控制,使之松开,并退回至不影响刨切的位置。这样刨切开始时,对木方的夹持稳定;而刨切后最终剩下的边板厚度较小,从而提高了刨切单板的出板率。

新型立式刨切机刀床进给系统中,有的以采用滚珠丝杆螺母机构,使滑动摩擦变为滚动摩擦,消除丝杆与螺母之间的间隙,传动精度提高,因而刨切单板的厚度精确,可刨切0.25mm、甚至更薄的单板。

三、横向卧式刨切机

图12-13为BB1127型横向卧式刨切机的结构外形图,该机由底座、左右立柱、升降横梁、工作台、主传动系统和进给运动系统等部分组成。刨刀和压尺安装在沿水平导轨作往复运动的工作台上,工作台由功率为10kW的直流电动机通过V带、齿轮和曲柄连杆机构驱动,其速度可在13~16次/min之间无级调整。木方由卡爪夹持在升降的横梁上,横梁由丝杆螺母机构驱动,间歇地沿左右立柱上的垂直导轨作向下进给运动,工作台每往复运动一次,横梁带着木方下降一个单板厚度的距离。

该机的传动系统如图12-14所示。主电动机为10kW的直流电动机,由可控硅整流电路对三相交流电源进行全波整流,向直流电动机供电。电动机通过V带和两对相对称的斜齿轮及曲柄连杆机构,推动工作台实现水平往复运动,其中大的斜齿轮兼作曲柄。

在工作台的一侧,装有斜面板,在工作台返回运动的过程中,该斜面板的斜面推动进给机构的齿条向上移动(空行程),齿条下端的滚轮起到减小摩擦的作用,齿条带动齿轮转动,再经过单向超越离合器、变速箱、一对锥齿轮、电磁离合器和两对锥齿轮,驱动丝杆螺母机构,从而使可移动的横梁向下运动,实现木方的进给运动。工作台在工作行程时,滚轮和齿条在其本身自重的作用下,沿斜面板的斜面下降,由于单向超越离合器的作用,只是与齿条啮合的齿轮回转,变速箱不动。

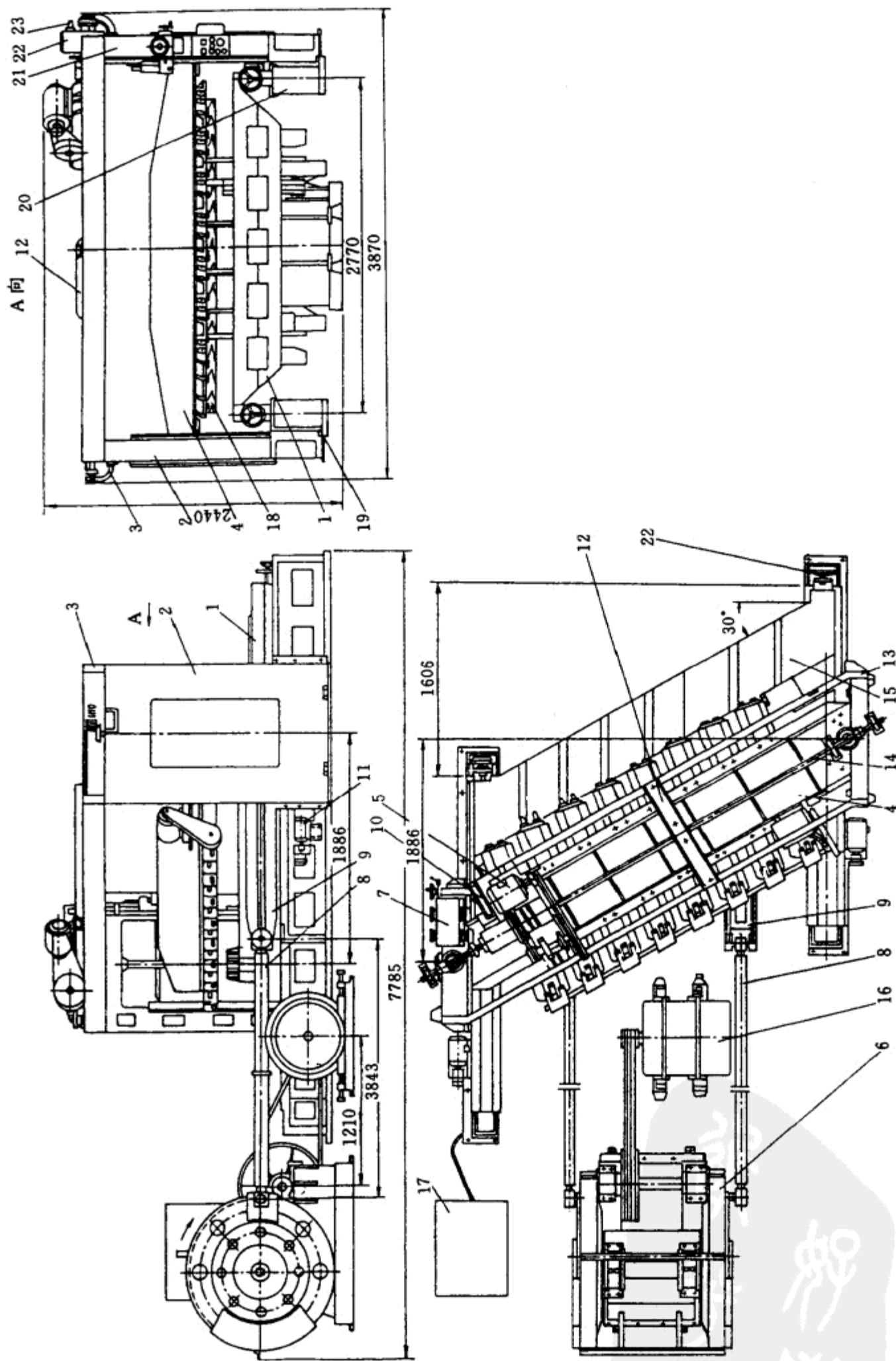


图 12-13 BB1127型横向卧式单板刨切机

- 1—工作台 2—支架 3—左立导轨 4—横梁 5—横梁快速升降电动机 6—大齿轮 7—变速箱 8—连杆 9—连杆支架
10—小槽钢 11—润滑油电动机 12—槽钢 13—横梁槽钢 14—传动轴 15—刀床 16—主电动机 17—电控柜 18—木方
19.20—水平导轨 21—右立导轨 22—手轮 23—变速手轮

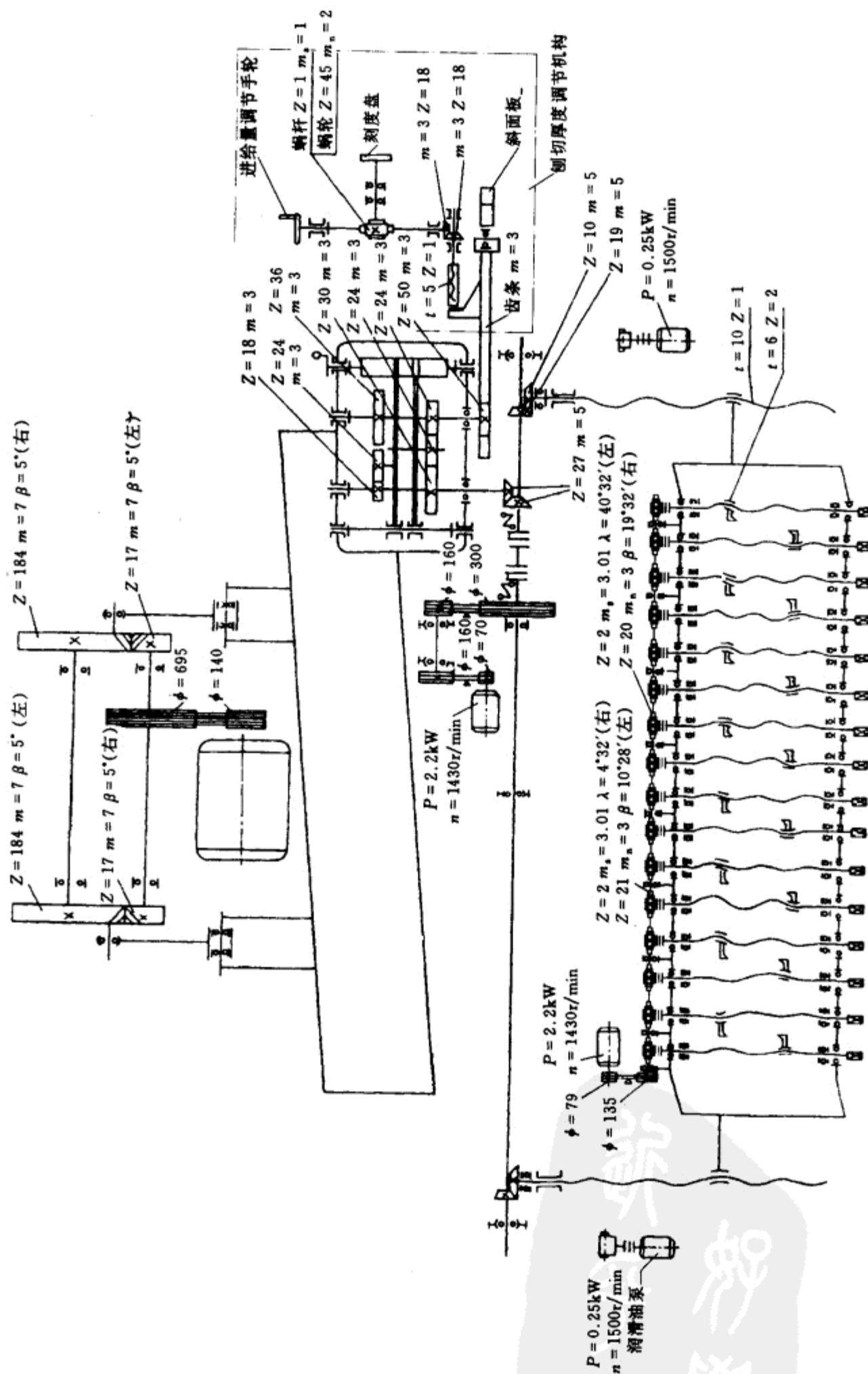


图 12-14 BB1127型刨切机的传动系统

进给量的调节,如图12-15所示,横梁下降量由齿条4上的限位块和进给调节机构上的顶杆6控制,顶杆6与限位块4之间的间距可在一定范围内调整。松开夹紧手把2和紧定螺钉3,转动手轮1时,顶杆6相应地上下移动。调整顶杆6与限位块5的间距 L ,便可调整刀床每往复运动一次横梁的下降位移,即刨切单板的厚度。间距 L 的大小,可在刻度盘7上读出,并以相应的刨切单板厚度表示出来。调整完毕,应拧紧夹紧手把2和紧定螺钉3。

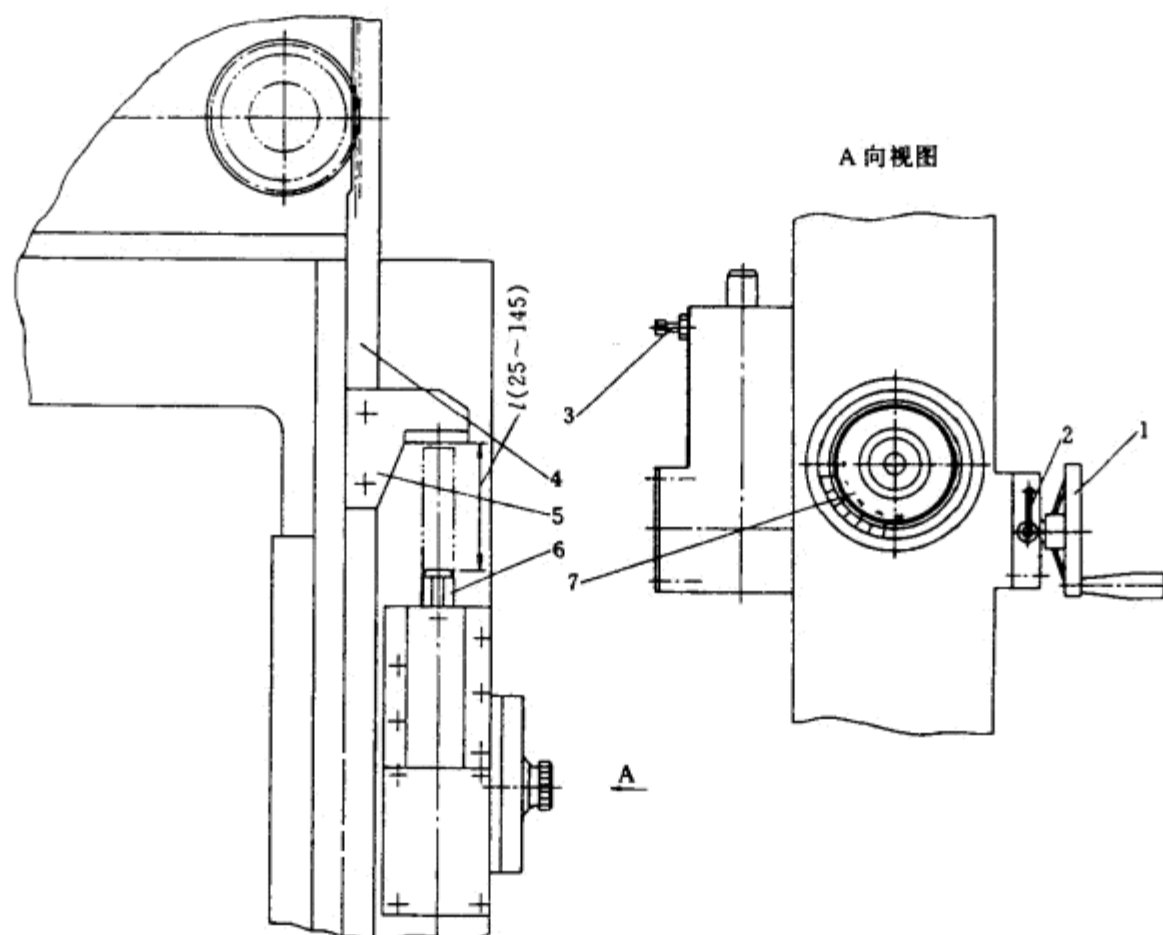


图 12-15 刨切进给调整机构

1—手轮 2—夹紧手把 3—紧定螺钉 4—齿条 5—限位块 6—顶杆 7—刻度盘

进给变速箱中的两组齿轮,具有两种不同的传动比,通过改变两组不同齿轮的啮合,改变变速箱的传动比,可使刨切单板厚度的调整范围扩大。

横梁上装有八组卡爪,其运动由功率为2.2kW的电动机通过一对V带轮、16组蜗杆蜗轮和丝杆螺母机构驱动。更换木方时,先将待刨切的木方放置在工作台上,并使工作台带着木方移动到横梁的下方。启动横梁快速升降电动机,使横梁下降,压在木方上。再启动木方夹紧电动机,使两侧的卡爪移动,夹持木方,然后将横梁上升到一定的位置,人工用扳手逐个地拧动夹紧丝杆,将木方完全夹紧,接着便可开始刨切操作。

BB1127型横向卧式刨切机的工作台由两部分组成,压尺装在前工作台上,刨刀装在后工作台上,如图12-16所示。

压尺座用螺栓7固定在工作台上,其高低位置可由螺钉9调整。压尺1则用螺钉6与压尺座联接,并可通过螺钉8的调整使压尺的棱刃略为向上抬起。刨刀4用螺栓3固定在工作台上,其水平位置可以调整,使刨刀刃口与压尺棱的水平间隙保持在0.5~0.8mm。拧动螺钉2,可使刨刀的刃口抬起0.2~0.3mm。转动图12-13上所示的两只手轮22,可调整刨刀相对于压尺的高度。通常两者的高度差应为刨切单板厚度的90%左右,以保证对刨切单板适当的压榨率。

该机左右水平导轨的两侧,各装有功率为0.25kW的电动机,分别驱动润滑油泵,对左右水

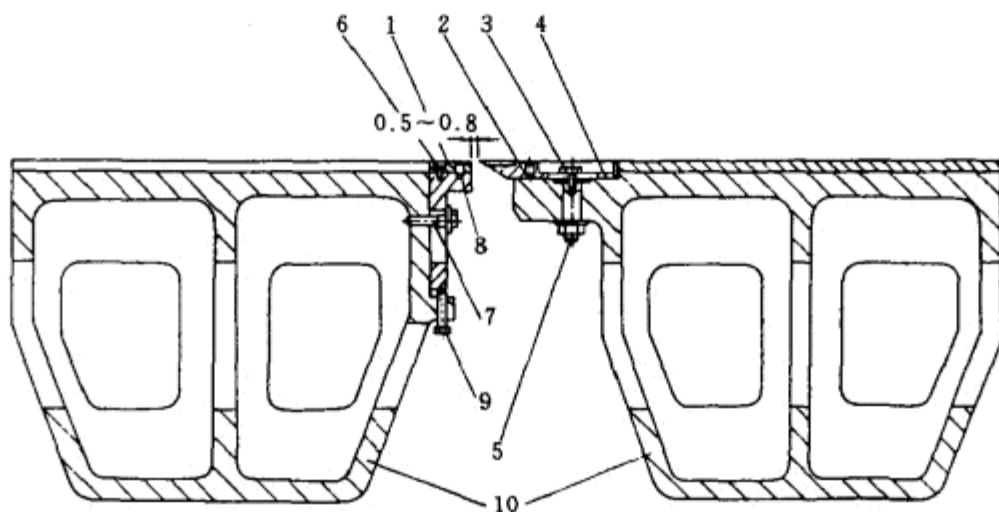


图 12-16 刨刀与压尺的安装

1—压尺 2、6、8、9—螺钉 3、7—螺栓 4—刨刀 5—螺母 10—工作台

平导轨进行润滑。机床的其它相对运动和调整部位,则由人工定期地添加润滑油和润滑脂进行润滑。

四、纵向刨切机

纵向刨切单板时,刨刀的刨切方向与木材的纤维方向平行,木方在进料装置的驱动下往返运动,刨刀对木方进行纵向切削,刨切出单板。

图12-17为BB113型纵向刨切机的结构外形图。该机由机座、工作台和皮带进料机头等部分组成。刨切木方的最大宽度为250mm,木方往返运动的速度为44m/min,机床总功率为12kW。

皮带进料机头6位于前工作台8和后工作台3的上方,装在可沿两根垂直导轨4升降的机架16上。导轨的支座与底座1用螺栓联结在一起,两根导轨的顶部有横梁5相连,形成一个稳定的框体。机架由电动机通过减速机构14(装在机架内)驱动,从而带动皮带进料机头升降,松开或压紧置于工作台上的刨切木方。

如图12-18所示,无端的进料皮带,套装在驱动辊2和从动辊7上。在驱动辊和从动辊之间,设置有若干个加压辊3,其作用是保持进料皮带的水平张紧和均布对刨切木方施加压力。加压辊的下表面应比驱动辊和从动辊的下表面低,一般应低2~5mm。松开六角螺母9,可通过调节螺栓调整加压辊的高度位置。调整时,应使所有加压辊的高度保持一致;调整后,将六角螺母锁紧。加压辊支承在压缩弹簧6上,其压力的大小可根据需要通过紧定螺钉调节。

当主电动机驱动进料皮带运转时,由于加压辊的作用,进料皮带驱动木方在工作台上往复滑行,实现刨切木方的刨切行程和回程,并在切削行程中完成单板的刨切。如图12-19所示,纵向刨切机的工作台由前工作台6和后工作台1构成。其中前工作台可作前后移动和上下升降的调整。刨刀4由若干个螺栓3固定在工作台1上,刀刃的高低位置可由调整螺栓2进行微小的调整。压尺5安装在前工作台6上,用若干个螺栓固定,其高度位置亦可进行调节。前工作台6可作前后移动,用以调整刨刀与压尺的水平间隙;亦可通过图12-17中的手轮2作上下升降调整,用以调整刨刀相对于压尺的高度。通常,刨刀与压尺的高度差 t ,应基本等于刨切单板的厚度。

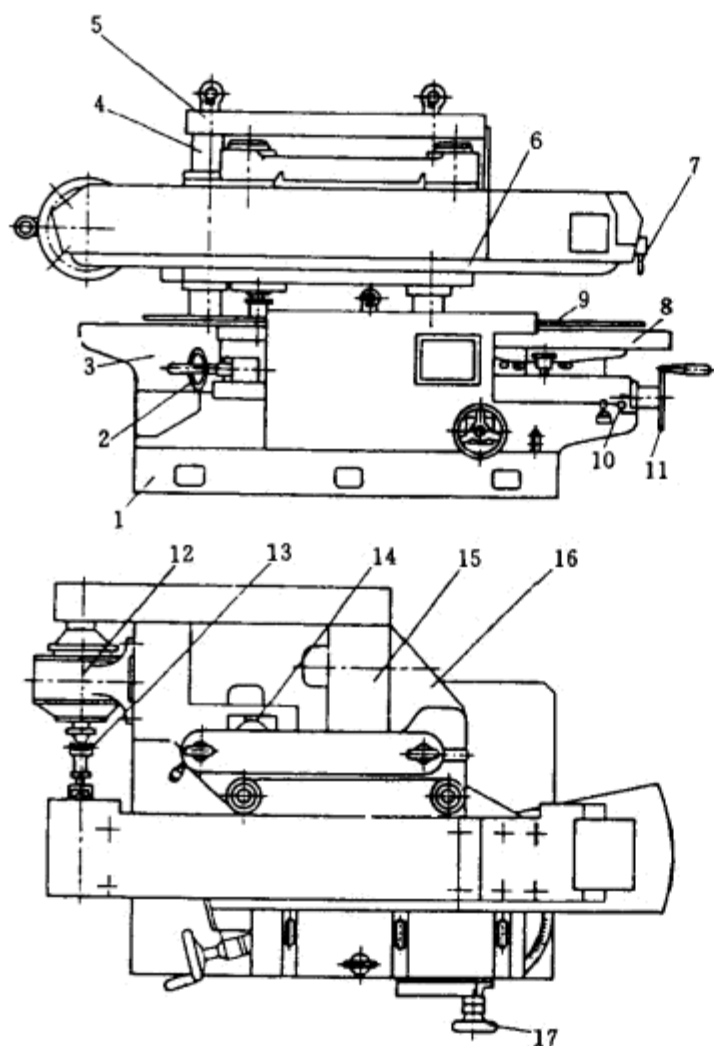


图 12-17 BB113型纵向刨切机的结构外形图

- 1—底座 2—前工作台升降手轮 3—后工作台 4—导轨
5—横梁 6—进料机头 7—厚度规 8—前工作台
9—导尺 10—制止螺栓 11—前工作台移动手轮
12—减速器 13—联轴器 14—进给减速机构
15—主电动机 16—机架 17—刨刀装刀角调整手轮

当进行刨刀与压尺的间隙调整时,应先松开水平导轨的镶条锁紧手柄1和工作台制止螺栓2(见图12-20),而后转动前工作台的移动调整手轮3,使压尺随前工作台移至要求的位置。调整完毕,应拧紧镶条锁紧手柄和工作台制止螺栓。

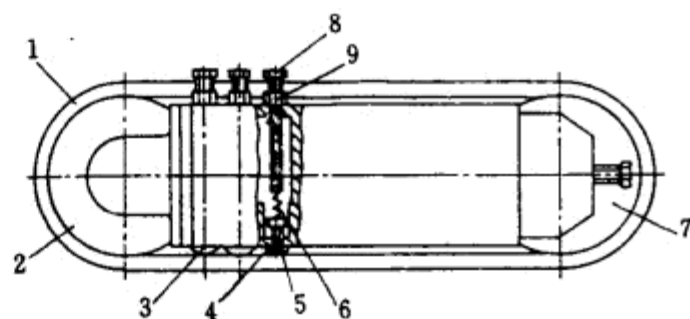


图 12-18 皮带进料机头加压辊调整

- 1—进料皮带 2—驱动辊 3—加压辊
4—六角螺母 5—紧定螺钉 6—弹簧
7—从动辊 8—调节螺栓 9—六角螺母

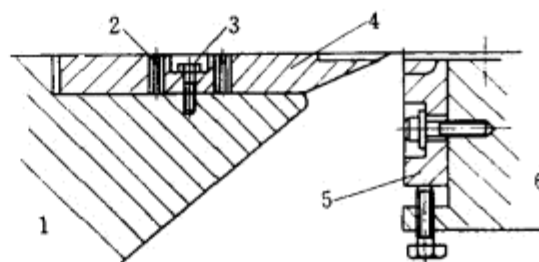


图 12-19 刨刀与压尺的安装

- 1—后工作台 2—刨刀调整螺栓 3—刨刀安装螺栓
4—刨刀 5—压尺 6—前工作台

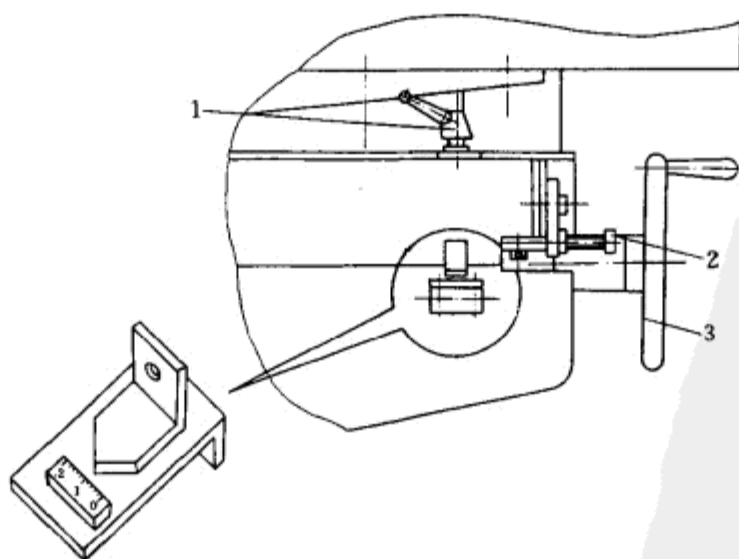


图 12-20 刨刀与压尺间隙的调整

- 1—镶条锁紧螺母手柄 2—制止螺栓 3—前工作台移动调整手轮

为减小刨刀的负荷,皮带进料机头套装在机架的两根短导柱上,由弹簧4支承,因而可在高度位置上作适当缓冲。通过调整螺栓2,可在一定范围内调整进料机头的缓冲能力,如图12-21所示。

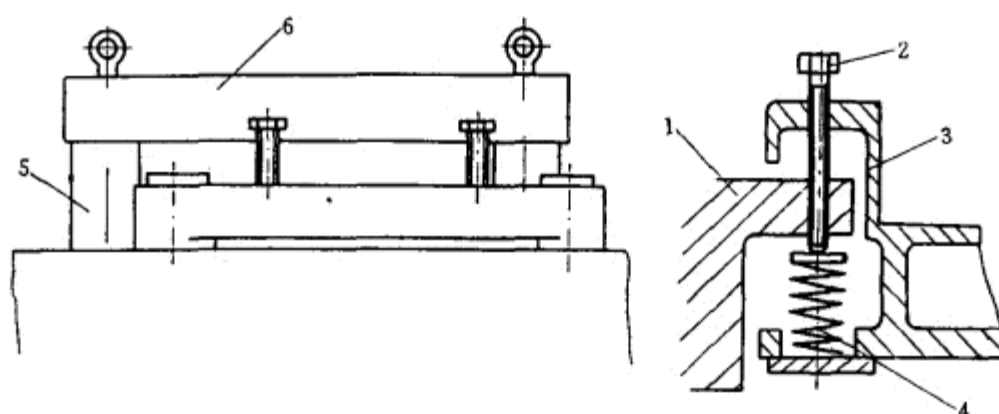


图 12-21 进料机头缓冲装置

1—机架 2—调整螺栓 3—进料机头 4—弹簧 5—导柱 6—横梁

在皮带进料机头的前端设置有厚度规,其结构如图12-22所示。厚度规的作用是根据刨切木方的厚度,确定皮带进料机头的合适位置,使进料皮带保持与刨切木方的正常加压接触。

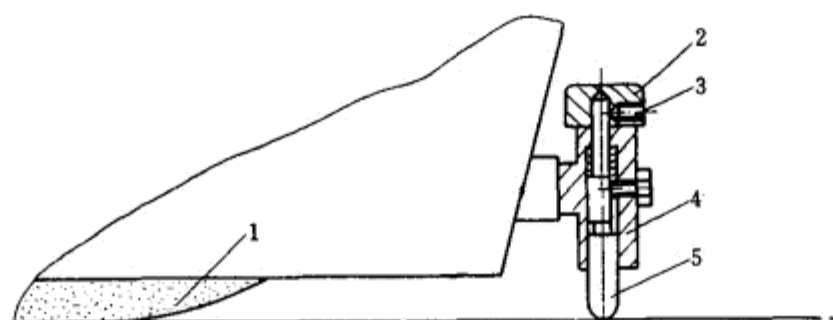


图 12-22 厚度规

1—进料皮带 2—把手 3—内六角紧定螺钉 4—座体 5—芯杆

厚度规的芯杆5的下端与进料皮带1的下表面处于同一高度上,芯杆5在座体4的孔中可在一定的范围内移动,其顶部用紧定螺钉3与把手2联结。把手2与座体4之间,有2~4mm的间隙。当木方经刨切后厚度减小时,芯杆下落,装在座体中的开关发出信号,启动机架升降电动机,使机架带着进料机头下降;此时,木方的表面顶起芯杆,当其在座体内向上滑移,至调整位置时,座体中的开关发出信号,使升降电动机停止运转,进料机头停止下降。于是,进料皮带始终贴在刨切木方的表面,并由加压辊对木方施加一定的压力,使刨切木方随进料皮带的正反转而动而实现切削行程与回程。

纵向刨切机的前挡板上设置有刨刀装刀角调整手轮17(见图12-17),用以调整刨刀的倾斜角度,以改善刨切条件,提高刨切单板的质量。刨刀倾斜角度的大小,应根据刨切木方的材质、刨切单板的厚度、木方的含水率和温度,以及木方纹理方向等情况决定。

第十三章 木材切削刀具

木材切削加工,是指用刀具(或砂带、砂轮)在被加工工件上切去一定厚度的木材层,使工件达到预定的几何形状、尺寸精度及表面质量等要求。木材切削加工是家具制造中极为重要的加工方式之一。

根据对工件的形状、精度及表面质量的不同要求,木材切削加工又可分为刨削、锯切、铣削、车削、旋切、磨削、钻削、榫槽切削等方式。以上各种切削方式见图13-1。所采用的木材加工刀具有锯子(带锯条、圆锯片)、刀片、铣刀、钻头、打眼刀、车刀及磨具(砂带、砂轮)等。本章仅介绍家具生产中常用的锯子、铣刀、钻头的基本切削原理及结构。

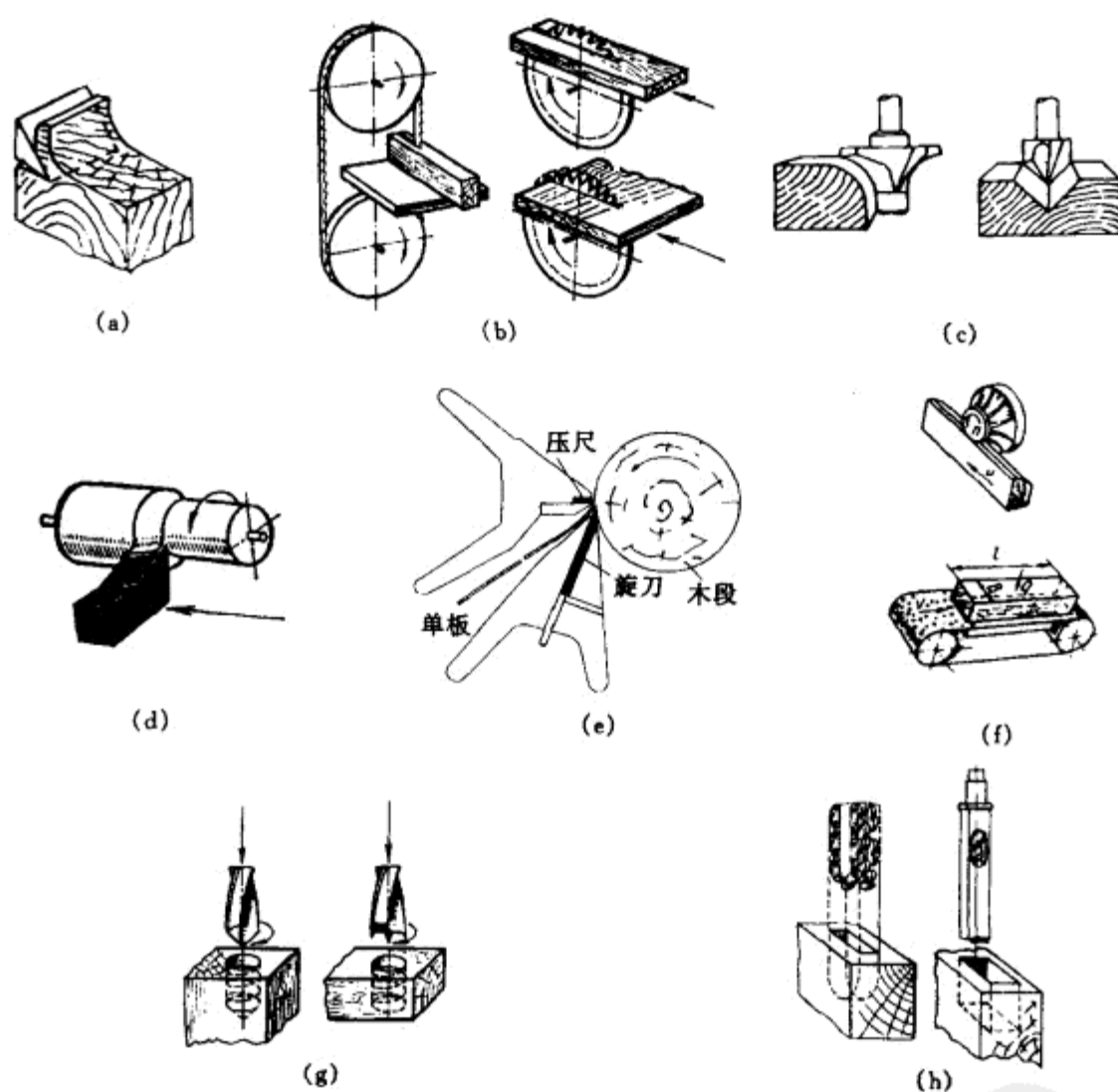


图 13-1 木材切削方式

(a) 刨削 (b) 锯切 (c) 铣削 (d) 车削 (e) 旋切 (f) 磨削 (g) 钻削 (h) 榫槽切削

第一节 木材切削的基本知识

一、基本定义

(一) 工件与切屑

在木材切削加工中,被切削的木材,即切削加工的对象,称为工件;被切下的切削层,称为

切屑。切屑通常是多余的部分。但是,在木材切削加工中,有时切屑又是需要的制品。如在旋切机或刨切机上切下来的单板就是所需要的制品。

1. 工件上的三个表面

在正在进行切削加工的工件上,有三个不断变化着的表面,如图13-2所示。

(1) 待加工表面 即将切去切屑的表面。

(2) 已加工表面 已经切去切屑的表面。

(3) 加工表面 切削刃正在切削的表面。它总是处在待加工面与已加工表面之间。加工表面又称为切削表面。

在有的加工方式中,已加工表面和加工表面相重合,如刨削加工。

2. 切屑的名义尺寸

在切削过程中,被切下的切屑各部分的尺寸,不同于切下之前的尺寸。由于切屑的尺寸不好测量,因此,通常用切屑的名义尺寸代替它的实际尺寸(图13-2)。

(1) 名义长度 l 是指在一次切削中的切削轨迹的长度。在切削过程中,由于切屑在长度方向受到压缩,因此,切屑的实际长度略小于名义长度。

(2) 名义宽度 b 指加工表面的宽度。在切削过程由于切屑在宽度方向上有膨胀现象,因此,切屑的实际宽度略大于名义宽度。

(3) 名义厚度 a 指两次切削所形成的两个加工表面之间的法向距离。在切削过程中,由于切屑在厚度方向也有膨胀现象,因此,切屑的实际厚度略大于名义厚度。

(二) 切削运动

木材切削加工是由刀具和工件的相对切削运动来实现的,这个相对运动,称为切削运动。切削运动通常包括两个基本运动:主运动和进给运动。

1. 主运动

直接从工件上切除切屑,从而形成工件新表面的最基本运动,称为主运动。如图13-1(b)所示,在带锯切削过程中,带锯条沿垂直方向的移动,就是切下锯屑所必须的最基本的运动,也就是锯切的主运动。主运动与进给运动相比具有运动速度快、功率消耗大的特点。主运动可以是直线运动(如刨切、带锯锯切),也可以是回转运动(如圆锯锯切、铣削、旋切)。主运动用主运动速度 v 表示。

2. 进给运动

连续或逐步切削新的木材层所必须的运动,称为进给运动。如锯切时木材在水平方向的连续直线运动[图13-1(b)],旋切时刀具向木段的连续移动[图13-1(e)],均是进给运动。进给运动与主运动相比,具有运动速度慢、功率消耗小等特点。进给运动大多为直线运动。进给运动用进给运动速度 u 表示。

在各种不同的木材切削加工方式中,主运动和进给运动的主体可能均为刀具,如吊截圆锯机的锯切加工;也可能均为工件,如刮床的刮削加工;也可能是刀具和工件各有一种运动,如刀

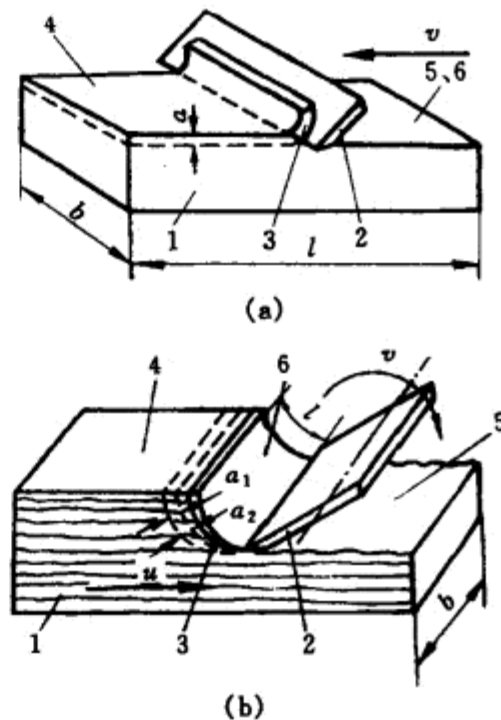


图 13-2 工件上的三个表面和切屑的名义尺寸

(a) 刨削 (b) 铣削

1—工件 2—刀具 3—切屑
4—待加工表面 5—已加工表面
6—加工表面

具作主运动而工件作进给运动的铣削加工,又如工件作主运动而刀具作进给运动的旋切加工。主运动和进给运动,有的是同时进行,如锯切加工和钻削加工;也有的是交替进行,如刨切加工和刮削加工。进给运动如为工件的运动,通常又称为进给运动;如为刀具的运动,通常又称为走刀运动。

(三) 切削用量

切削用量是指切削速度、进给量(或进给速度)和切削深度三者的总称。

1. 切削速度 v_c

由于切削运动是主运动和进给运动的合成运动,所以切削运动速度 v_c 的大小为主运动速度 v 和进给运动速度 u 的向量之和,即 $\vec{v}_c = \vec{v} + \vec{u}$ 。但是,在绝大多数木材切削加工方式中,主运动速度比进给运动速度大得多,所以可以近似地用主运动速度的大小和方向代表切削运动速度的大小和方向。

主运动为回转运动时,主运动速度 v 的计算公式为:

$$v = \frac{\pi d n}{6 \times 10^4}$$

式中 v ——主运动速度, m/s

d ——刀具或工件的最大直径, mm

n ——刀具或工件的转速, r/min

2. 进给速度 u 和进给量 u_n 、 u_z 、 u_f

进给运动量的大小通常用进给速度 u 、每转进给量 u_n 、每齿进给量 u_z 或每双程进给量 u_f 来表示。

进给速度 u ,是指工件或刀具在单位时间内,沿进给运动方向的进给量,单位是m/min;每转进给量 u_n ,是指刀具或工件每转一周时,两者沿进给运动方向的相对位移量,单位是mm/r;每齿进给量 u_z ,是指刀具每转动或移动一个齿距时,刀具与工件沿进给运动方向的相对位移量,单位是mm/z;每双程进给量 u_f ,是指刀具与工件相对往返一次时,两者沿进给运动方向的相对位移量,单位是mm/双程。进给速度与进给量之间的关系为:

$$u = \frac{u_n n}{1000} = \frac{u_z z n}{1000}$$

式中 u ——进给速度, m/min

u_n ——每转进给量, mm/r

u_z ——每齿进给量, mm/z

n ——刀具或工件的转速, r/min

z ——刀具的齿数

3. 切削深度 h

切削深度 h ,是指工件的已加工表面与待加工表面间的垂直距离,单位是mm。刨削时,切削深度等于切屑厚度。

(四) 刀具的组成部分

木工刀具的种类繁多,结构各异,但它们都由两个部分组成,即夹持部分和切削部分。切削部分是刀具中直接参与切削的部分,而任何类型刀具的切削部分,都是由四个面组成的楔形

体(图13-3)。刀具上的这部分楔形体,通常称为“切刀”。

“切刀”由下列部分组成:

(1) 前刀面 是指在切削过程中,面对切屑的表面,切下的切屑沿其流出。

(2) 后刀面 是指在切削过程中,面对加工表面的表面。

(3) 侧刀面 是指前刀面和后刀面的两个侧表面。

(4) 切削刃 是指前刀面和后刀面的交线。切削刃又称为刀刃或刃口。有时有的刀具,除了前刀面和后刀面的交线参与切削之外,前刀面和某一侧刀面的交线也参与切削。此时,为了便于区别,把前者称为主切削刃,后者称为侧刀。

(五) 刀具的角度

1. 坐标平面

刀具各刀面的空间位置,可以用各刀面与工件的有关表面之间的角度关系来表示。但是,由于工件的表面,有的不是平面,因此,要借助于与工件上的表面密切相关的切削平面和基面这两个坐标平面来确定刀具各刀面的空间位置(图13-3)。

(1) 切削平面 是指通过切削刃的某一选定点,切于工件加工表面的平面,也就是切削速度方向与切削刃的切线所组成的平面。

(2) 基面 是指通过切削刃上的某一选定点,垂直于切削速度方向的平面。

2. 测量平面

有了坐标平面,就能够表示刀具各刀面的空间位置,也就能表示刀具各角度的大小。但是,在不同方向上所测量的角度值是各不相同的。因此,还需要规定统一的测量平面。

(1) 主截面 是指垂直于切削刃在基面上的投影的平面。它与切削平面和基面相垂直,构成一个空间直角坐标系。切削平面和主截面的交线,与切削速度方向相一致。

(2) 法截面 是指垂直于切削刃的平面。

在斜角切削(切削刃不垂直于切削速度方向的切削)时,上述两个截面均存在;而在直角切削(切削刃垂直于切削方向的切削)时,上述两个截面就重合为一个截面。

3. 刀具的几何角度

刀具的几何角度 是指刀具的各刀面相对于工件的空间位置的表示量。刀具有以下几个主角的几何角(图13-3)。

(1) 前角 γ 是指前刀面和基面之间的夹角。前角表示前刀面相对于基面的倾斜度。当前刀面与基面相重合时,前角为 0° ;当以基面为基准、前刀面向已加工表面(或后刀面)倾斜时,前角为“+”值;反之为“-”值。

(2) 后角 α 是指后刀面和切削平面之间的夹角。后角表示后刀面相对于切削平面的倾斜度。

(3) 楔角 β 是指前刀面和后刀面之间的夹角。

(4) 切削角 δ 是指前刀面和切削平面之间的夹角。它与前角是余角关系。

上述各角度之间有下列关系:

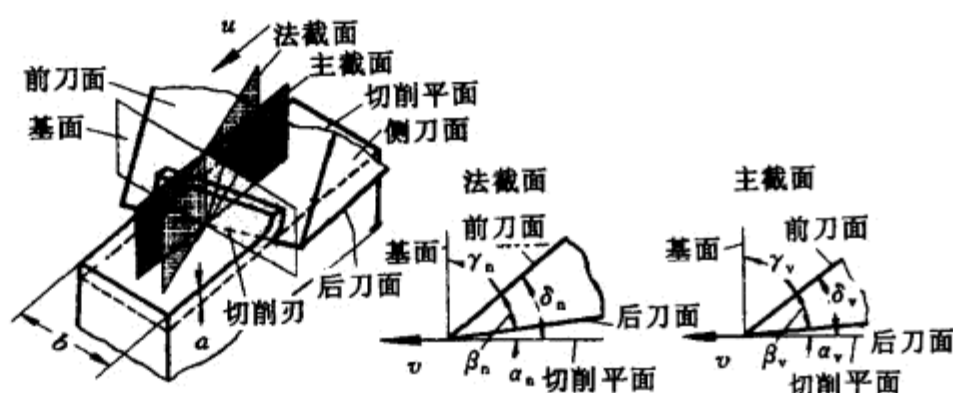
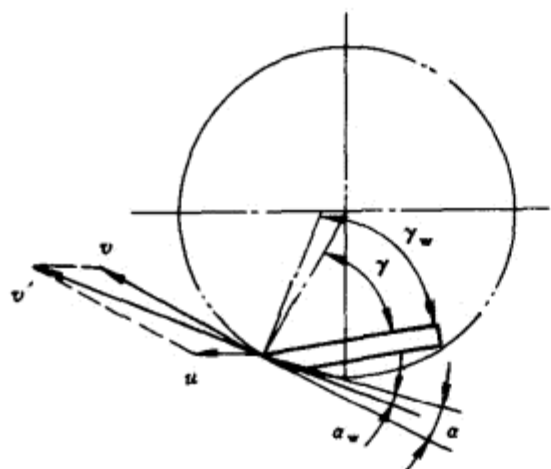


图 13-3 切刀的组成部分和角度

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

$$\delta = \alpha + \beta = 90^\circ - \gamma$$

为了区别不同测量平面上所测量的上述角度,把在主截面上测量的各角度分别称为主面前角(γ_v)、主面后角(α_v)、主面楔角(β_v)和主面切削角(δ_v);将在法截面上所测量的各角度分别称为法面前角(γ_n)、法面后角(α_n)、法面楔角(β_n)和法面切削角(δ_n)。



刀具的角度,还有工作角度和标注角度之分。在同时进行主运动和进给运动的情况下,按实际切削过程中的切削平面和基面表示的角度,称为工作角度。如图 13-4 所示, γ_w 、 α_w 、 δ_w 分别为工作前角、工作后角和工作切削角。

在实际切削过程中,因为刀具的工作角度受切削运动速度、刀具安装高度等因素的影响而发生变化。在设计刀具时,其工作角度不仅不好表示,而且给刀具的制造、刃磨、安装和检验等,都会带来麻烦。因此,刀具的角度在设计图上是用法截面上的标注角度来表示的。平常

所选的刀具角度,通常指标注角度。标注角度,就是指只考虑主运动时的角度。图 13-4 中的 γ 、 α 就是标注角度。根据主运动和进给运动的方向和大小,在工作角度和标注角度之间可以互为换算。通常由于主运动速度远远大于进给运动速度,因而可以用标注角度代替工作角度。

二、刀具的材料

木工刀具的特点是要求在高速并承受冲击载荷的切削条件下,长时间保持切削刃锐利的性能。因此要求刀具材料,应具备高的硬度和耐磨性、足够的强度和韧性、高耐热性(热稳定性)、良好的工艺性能(热处理性能、高温塑性变形性能及磨削加工性能及熔接性等)及经济性。常用的木工刀具材料主要有以下几种。

1. 碳素工具钢(简称碳工钢)

碳素工具钢其含碳量为 0.7%~1.4%。淬火前碳素工具钢由于含碳量高,硬度偏高,切削加工较困难,易使刀具磨损。为改善切削性能,要进行适当的球化退火处理,以降低硬度。经淬火后碳工钢既具有一定硬度、耐磨性好,切削加工也好,适宜制造形状复杂、精度较高、承受冲击力不大的刀具。

高级优质碳工钢如 T8A、T10A,常用于制造锯子、刨刀、钻头等,普通碳工钢如 T8、T9 可用于制造刮光刀。

碳工钢的主要缺点是耐热性差,其维持切削性能的温度小于 300℃,在高速切削时刀具易磨损和软化,因此碳工钢刀具不适合用于高生产率加工木材或木质复合材料的场合。

2. 合金工具钢

合金工具钢是在碳工钢的基础上加入一种或几种合金元素如铬(Cr)、锰(Mn)、硅(Si)、钒(V)、钨(W)等而构成。与碳工钢相比,由于合金元素的加入,故具有高的淬透性、耐磨性和耐热性,而且热处理后变形小,回火稳定性好。所以在木工刀具中得到使用广泛,如 CrWMn、CrMn、9SiCr、Cr2 等用于制造木工铣刀、刀片、钻头、旋刀等多种刀具。

其它种类的合金钢如弹簧钢65Mn、轴承钢GCr15等,也被木工刀具所采用。

3. 高速钢(又称白钢或锋钢)

高速钢属高碳高合金钢,它具有高的强度和耐磨性,耐热性好,在600℃左右,其硬度仍能保持在HRC60以上。高速钢刀具的切削速度比碳素工具钢或低合金工具钢刀具增加1~3倍,而耐用性增加7~14倍。

高速钢的含碳范围在0.70%~1.65%之间。合金元素含量高,一般为15%~25%左右。主要加入元素为钨、铬、钼、钒,个别特殊高速钢还需加钴和铝等。目前用的高速钢,主要是钨系W18Cr4V和钨钼系W6Mo5Cr4V2两类,而W18Cr4V发展较早。优点是通用性强,使用比较成熟,能满足一般性能要求。但其热塑性差、成型较难,而且含钨多、价格昂贵。6Mo5Cr4V2(6542)的特点是以钼代钨,从而降低合金元素钨的含量并使合金元素总的含量也降低。其热塑性较好,便于成型,热处理时过热的倾向减小,强度、韧性提高,通用性进一步提高,使用寿命延长,而且价格低,故其使用日益增多。

对于高生产率木工机床上使用的刨刀、铣刀等,为了避免刀钝后换刀的麻烦,则采用高速钢。高速钢价格较高,故大多数把高速钢镶在刀齿上使用,既节省了高速钢又提高了刀具的耐磨性。

4. 硬质合金

硬质合金是用粉末冶金生产的。特点是硬度高、耐磨性好,特别是在高温下仍能保持高的硬度,有较好的耐蚀性和抗氧化性,热膨胀系数小。但脆性较大,抗弯强度较低。

目前常用的硬质合金主要有两类,即钨钴类和钨钴钛类。

钨钴类硬质合金是由碳化钨(WC)和金属钴(Co)组成。其中碳化钨是坚硬耐磨的颗粒,起支撑和耐磨的作用。钴是具有一定韧性的粘结剂,是硬质合金韧性的主要来源。因此同类硬质合金中,钴的含量愈多,其韧性愈好。钨钴类硬质合金的牌号是用“硬”、“钴”两字的汉语拼音的第一个大写正体字母YG作代号,后面加上含钴量的百分数。

钨钴钛类硬质合金,除含有碳化钨和钴外,还含一定数量的碳化钛。加入碳化钛能使合金的耐磨性和硬性进一步提高。其牌号用“硬”、“钛”两字汉语拼音的第一个大写正体字母YT作代号,后面加上碳化钛的百分含量。

在加工含胶结层的木质复合材料时,国内已普遍使用硬质合金刀具。为了经济起见,大多是将硬合金片焊接或机械夹固在木工刀具上,如硬质合金圆锯片、可转位铣刀片等。

尽管硬质合金很硬,但由于其本身的脆性及抵抗冲击载荷的能力差,故木工刀具应选用YG类,常用YG6~YG15。

5. 聚晶金刚石

聚晶金刚石具有较高的硬度和较高的耐磨性,聚晶金刚石的寿命是合金钢的360倍,是硬质合金刀具的120倍。聚晶金刚石刀具由德国Lach公司于1979年研制成功的,目前采用聚晶金刚石制造的木工刀具有金刚石铣刀、金刚石粉碎刀盘、金刚石修边刀具等,其使用寿命和表面加工质量均比硬质合金刀具有很大提高,但其制造成本较高。聚晶金刚石木工刀具已在美国、日本、西欧等发达国家得到广泛应用。

三、切屑的形成

木材切削加工过程中的各种物理现象,如切削力、刀具磨损和加工表面质量等,都和切屑

的形成密切相关。

由于木材组织的非均一性和各向异性,在不同的木材纤维方向进行切削时,切屑形成的规律也就不同。按切削速度方向相对于木材纤维方向的不同,分三个基本切削方向(横向切削、纵向切削和端向切削)和三个过渡切削方向(纵端向切削、纵横向切削和横端向切削)。

(1) 横向切削 刀刃平行于纤维方向,刀具在纤维平面内垂直于纤维长度方向运动的切削为横向切削。

(2) 纵向切削 刀刃垂直于纤维方向,刀具在纤维平面内平行于纤维长度方向运动的切削为纵向切削。

(3) 端向切削 刀刃垂直于纤维方向,刀具在垂直于纤维的平面内运动的切削为端向切削。

(4) 纵端向切削 是指纵向切削和端向切削之间的过渡切削。

(5) 纵横向切削 是指纵向切削和横向切削之间的过渡切削。

(6) 横端向切削 是指横向切削和端向切削之间的过渡切削。

(一) 横向切削

刀具进入木材后,在垂直纤维方向压缩切削层木材,并沿切削层底面剪切切削层木材。当刀具对切削层木材作用的应力超过切削层底面的抗拉强度时,切削层木材被撕开,然后这层木材像悬臂梁一样被弯断,形成一片屑瓣。

在不同的切削条件下,切屑层木材所受力的情况不同,由此切屑形成的特征不一样。

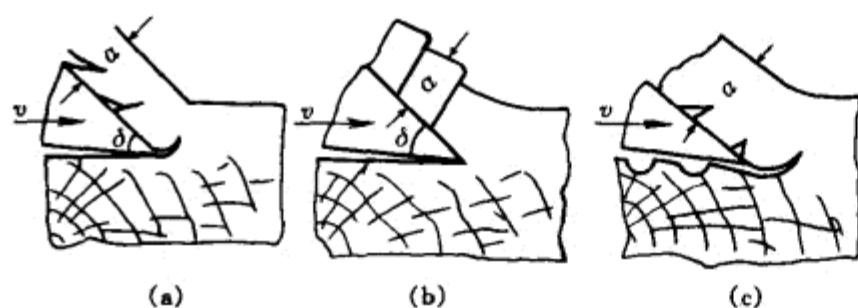


图 13-5 横向切削时切屑的形成

(a) 切削厚度、切削角均较小 (b) 切削厚度、切削角均较大
(c) 切削厚度很大

(1) 当切屑厚度 a 、切削角 δ 都较小时,切向剪应力和法向拉应力均未达到极限值,因此沿切刀前面分离的切屑成无裂缝的连续带状,在其形成过程中,切屑伴有剪移或弯曲变形。但如果靠近刃口处的拉应力达到木材横纹抗拉强度时,则带状切屑的背面有裂缝产生,见图13-5(a)。

(2) 当切屑厚度 a 、切削角 δ 都较大时,切向剪应力达到木材横纹抗剪强度,这时形成剪裂状切屑,即切屑剪裂成一个一个的屑瓣堆积切刀前面上,见图13-5(b)。

(3) 在切屑厚度 a 很大的不利切削条件下,切屑撕裂成瓣状,并在与切削平面分离的同时将加工面上纤维束带起,使加工表面出现凹坑,见图13-5(c)。

显然,在形成带状切屑时,加工表面质量最好。形成撕裂瓣状切屑时,加工表面质量最差。为了获得高质量的单板(切屑)或平整的加工表面,应采取较小的切削角、刀刃上方加压块、倾斜安装刀片以及木材预先进行水热处理等措施。

(二) 纵向切削

纵向切削较易形成多角形切屑。当刀具切入木材时,木材被前刀面在顺纤维方向不均匀压缩,同时沿切削层木材底面剪切。随着刀具的移动,刀具对切削层木材在垂直纤维方向的拉力亦逐渐加大,直到拉应力超过木材横向抗拉强度极限时,切削层木材被刀具劈裂,在刃口前出现超越裂缝,形成一片和切削层木材相连的切屑。在刀具继续移动切削时,这片切屑像悬臂梁

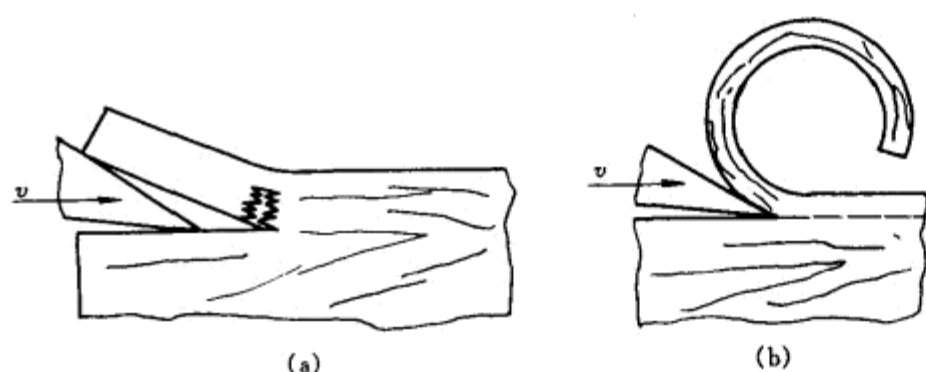


图 13-6 纵向切削时切屑的形成

(a) 多角形切屑的形成 (b) 螺旋状切屑的形成

度, 锐利的切刀可以形成螺旋状切屑, 见图13-6(b)。这时切削层木材只在与切削平面成 α 角的平面内产生剪移和弯曲变形, 切削面较为平整。

生产中切削方向与纤维方向不完全一致的纵向切削, 如图13-7所示。其中图13-7(a)为逆纹切削, 图13-7(b)为顺纹切削。在顺纹切削时, 裂缝向切屑方向延伸, 切刀一边切削一边修去残留屑片, 得到的加工表面质量较好。而逆纹切削时, 裂缝向加工面以下延伸, 故加工表面留有凹凸不平的沟纹。撕裂长度 l 与沟纹深度 y 均随切屑的增加而加大, 为了得到好的加工表面, 切屑厚度值应取小。另外可在刃口前方加一压块, 压块产生的压力将阻止裂缝延伸。也可加一断屑器, 促使切屑提前折断, 减小开裂长度, 使裂缝不致于延伸至加工表面以下。

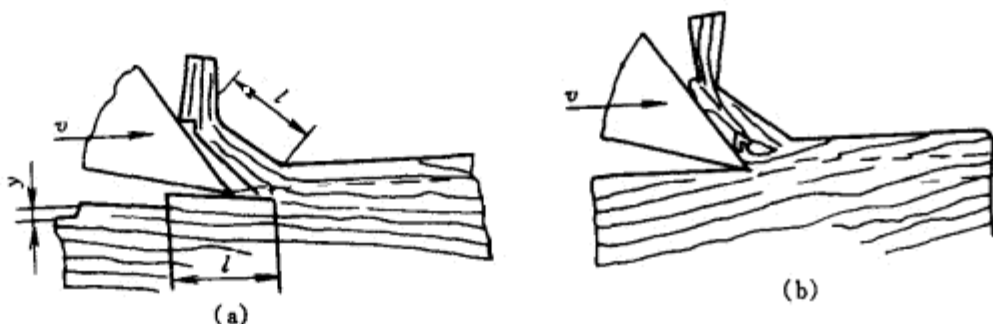


图 13-7 逆纹切削和顺纹切削

(a) 逆纹切削 (b) 顺纹切削

(三) 端向切削

端向切削时切屑形成面与纤维方向一致。多数情况下生成粒状切屑, 一定条件下也可能生成带状切屑。

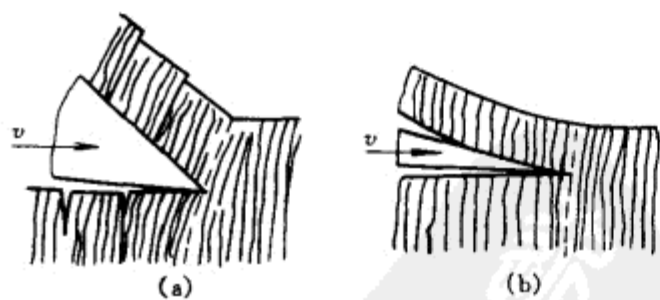


图 13-8 端向切削时切屑的形成

(a) 切屑厚度大 (b) 切屑厚度小

当切屑度较大时, 一般生成粒状切屑, 如图13-8(a)所示。随着刀具向切削区木材内的深入, 刀具作用于切削层木材的力逐渐增大。木材纤维沿切削运动方向急剧弯曲, 切削刀下方的纤维受横向拉应力; 在顺纤维方向木材又承受剪切应力。当上述应力达到破坏值时, 形成粒状切屑, 同时在加工面以下木材产生裂缝。

当切屑厚度小, 且刀刃十分锋利时, 刀具容易切断纤维, 不宜引起纤维的弯曲。因此可获得连续的带状切屑沿前刀面分离, 这时加工面质量也好, 见图13-8(b)。

端向切削时, 往往获得质量较差的加工面, 除了存在裂缝外, 还存在着纤维绒毛头, 其产生的原因也是由于形成切削面的瞬时, 加工面以下的木材纤维被弯曲, 而当切刀通过后, 部分弹

一样被前刀面弯断, 产生一片屑瓣, 见图13-6(a)。刀刃从裂缝顶点处继续前移, 重复以上过程形成又一屑瓣, 直至切刀一次切削行程后而得到由各屑瓣组成的多角形切屑, 屑瓣长度随切屑厚度的增加而增加。

在形成多角形切屑的情况下, 由于裂缝的原因, 加工表面表质量不理想。但若取小的切屑厚度, 锐利的切刀可以形成螺旋状切屑, 见图13-6(b)。这时切削层木材只在与切削平面成 α 角的平面内产生剪移和弯曲变形, 切削面较为平整。

性恢复的纤维,就竖立在加工面上。减小切屑厚度,保持切刀的锋利度均可改善加工面质量。

四、切 削 力

(一) 切削力的概念

木材切削时,刀具切入工件使被加工材料发生变形成为切屑所需的力,称为切削力。

切削力来源于以下几个方面:克服切削区木材弹性变形、塑性变形的抵抗力;克服切屑对刀具前刀面的摩擦力和刀具后刀面对切削表面和已加工表面之间的摩擦力。以上几个力作用于切刀的前、后刀面和切削刃上。

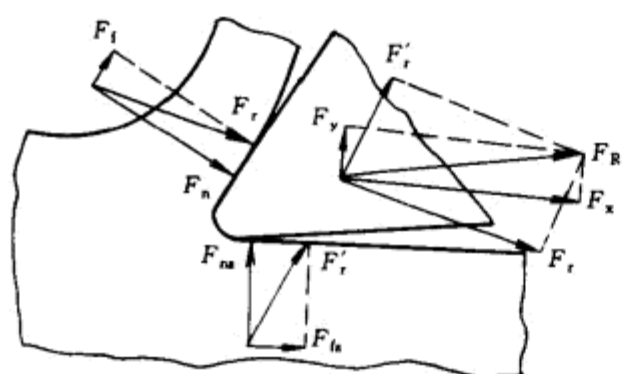


图 13-9 切削合力和分力

将上述几个力简化到前刀面与木材接触区域和后刀面与木材接触区域,如图13-9所示。 F_n 与 F_t 分别为切削层木材弹、塑性变形压力和切屑与刀前面的摩擦力,两者合力为 F_r ; F_{nn} 与 F_{tn} 分别为切削表面和已加工表面对刀具的弹、塑性变形压力和摩擦力,它们的合力为 F_{ra} 。

上述几个力的总和作用在刀具上的总合力为 F_R 。为了实际应用, F_R 可分为沿切削速度方向分力 F_x 和垂直于切削速方向分力 F_y 。

F_x ——切向力或称主切削力,它切于加工面并与基面垂直。 F_x 是计算刀具强度、设计机床功率所必须的。

F_y ——垂直力,它垂直于加工表面处于基面内。 F_y 是设计进给机构、压(夹)紧机构、进给功率所必须的。它也是使工件在切削过程中产生振动的力。

图13-9中所示的垂直力 F_y 方向向上时,又称它为推力,此时说明切削表面压向切刀上的力比切屑压在切刀上的力更大,促成推力的条件是薄切屑、大切削角、小后角以及钝切刀。在某种条件下,木材对刀作用的总合力 F_R 可能是向下方,这时它的垂直分力 F_y 的方向向下,则称它为拉力。这时切屑压在刀上的力比切削表面压向刀的力大。促成拉力的条件是厚切屑、小切削角、大后角及锐利的切刀。

(二) 各因素对切削力的影响

1. 切屑厚度

切削力随切屑厚度的增加而增大。N.C.FRANZ的实验结果如图13-12所示(该实验是在纵向切削情况下得出的,但对其它切削方向也有类似的结果)。由图可见,尤其是主切削力的增大更为明显。垂直分力变化较小,并且某些情况下出现向负值移动的趋势,但其绝对值仍是增大的。

2. 切削角度

当前角减小时,切屑的变形增大,因而用于克服变形的抗力增大。如图13-10所示,切削力随前角的减小(或切削角的增大)而增大。

3. 木材的含水率

木材力学性质与含水率有关,当木材含水率在纤维饱和点以下时,木材在所有破坏形式下的强度极限值随含水率增加而减小,强度极限的减小引起切削力的减小,因此切削力随含水率的增加而减小。含水率达到纤维饱和点时,在切削过程中,被破坏的木材细胞中自由水流到刀面与木材间,起到润滑作用,则切削力也减小。如图13-10所示,切削力变化是当含水率分别为1.5%、8%及饱和状态时,切削力依次减小。

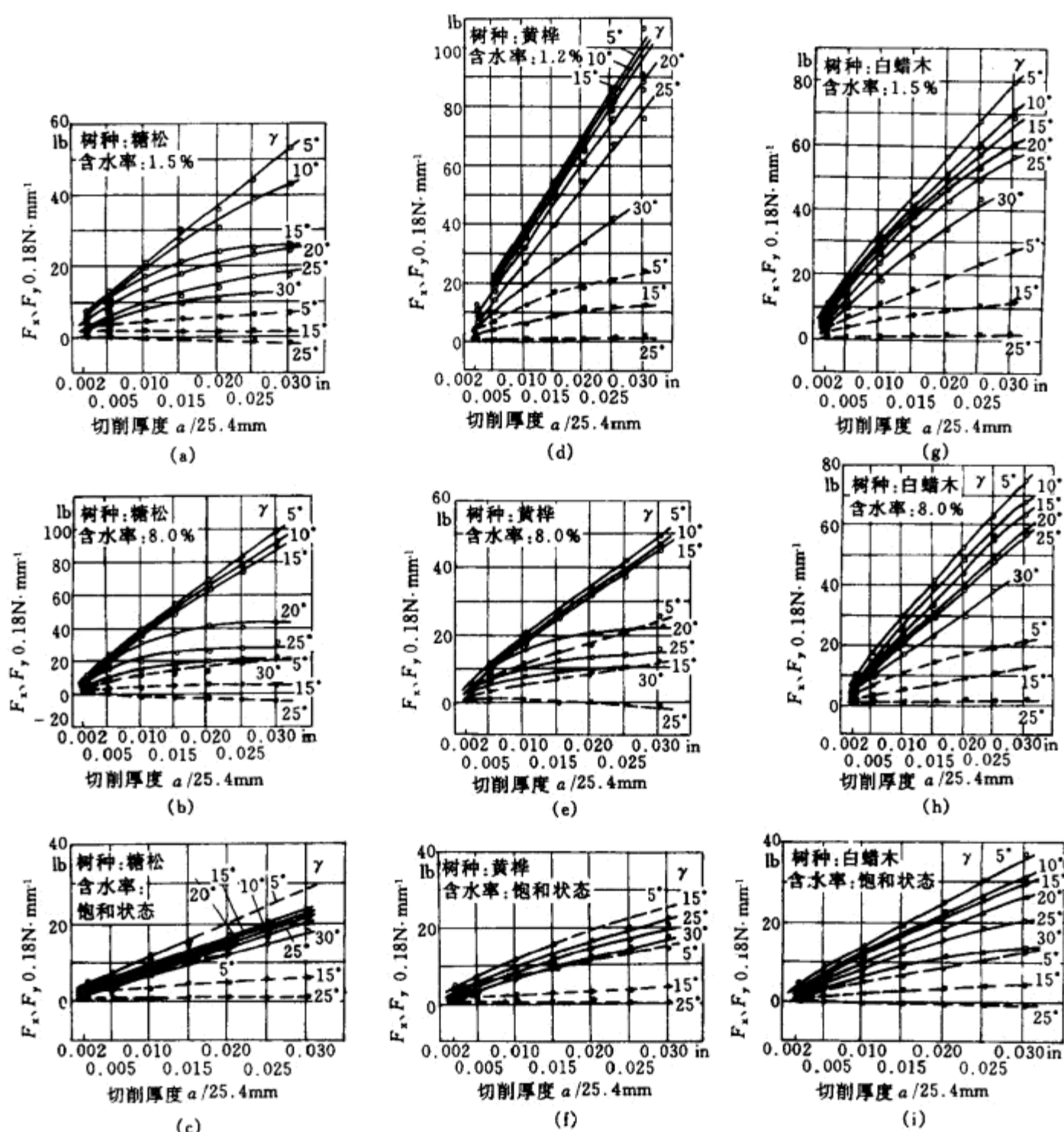


图 13-10 切削厚度对切削力的影响

(a)、(b)、(c) 糖松 (d)、(e)、(f) 黄桦 (g)、(h)、(i) 白蜡木

切削宽度: 6.3mm, 后角 $\alpha=15^\circ$

——○——主切削力 F_x ,●.....垂直分力 F_y

上述规律对于基本切削和复杂开式切削都是适合的, 对于闭式切削(如锯切)则出现相反的关系。

4. 树种

不同树种具有不同的力学特性, 一般来说密度和硬度大的木材比密度和硬度小的木材所需切削力要大, 但所需切削力的大小还与木材的纤维构造和内含物有关。即使同一树种由于立地条件、从树干上切取位置、含水率等条件的变异, 所需切削力也不尽相同。

5. 切削方向相对于纤维方向

切削力随切削方向与纤维方向之间夹角的大小而变化。在三个基本切削方向中, 端向切削力最大, 纵向切削力次之, 横向切削力最小。对于过渡方向切削, 总体说来从纵向切削过渡到横

向切削时,切削力由大逐渐变小;纵向切削过渡到端向切削时,切削力由小变大;横向切削过渡到端向切削时,切削力也由小变大。

6. 刀尖半径 r

真实的刀刃并非是前、后刀面的交线,而是连接前、后刀面的过渡曲面。因此,即使刚刃磨过的锐利刀刃也具有一定的圆弧半径值 r 。随切刀工作时间的增加,刃口逐渐变钝,即 r 增大。 r 愈大,切屑变形愈大,木材对后刀面的挤压、摩擦也增大,结果引起切削力迅速增大。

第二节 锯切原理及锯子

锯切是木材加工中广泛采用的一种切削方式,常用刀具为带锯条和圆锯片。

一、带 锯 条

带锯条是一根一边(或两边)开有锯齿的环形钢带,用两只锯轮张紧,使它高速旋转,由工作边缘的锯齿来纵向剖分(又称纵锯,进料方向与纤维走向一致)木材,以获得一定厚度和宽度的板材,亦用于曲线锯解木板及各类木质或非木质人造板。

带锯条由锯身和锯齿两部分组成,锯齿各部分名称如图13-11所示。

(一) 带锯切削原理

1. 带锯齿的切削

带锯齿切削时同有三条刃口参与切削,即主刃和两只侧刃。因此,每只锯齿一次切削后同时形成三个加工面,锯路底及二侧锯路壁。这三个加工面围成的空间称之为锯路。

带锯齿切削木材的过程分为切屑形成和切屑的移动与贮存两个阶段,如图13-12所示。带锯齿的主刃切削角 $\delta < 90^\circ$,主刃的切削方向与纤维走向垂直,即主刃作端向切削。在锯齿沿运动轨迹线向木材切入一定深度时,主刃作用于锯路底木材纤维上的力超过木材纤维的抗拉强度,锯路底1—2—3—4的木材被切开。几乎与此同时,锯齿前面挤压被切开的这部分纤维,使其二侧面与锯路壁木材产生顺纹剪切,从而形成一屑片。屑片在前齿面压力和其本身与锯路壁木材的摩擦力联合作用下,沿前齿面向锯齿底部移动,并贮存在齿槽内。锯齿在木材内继续移动,

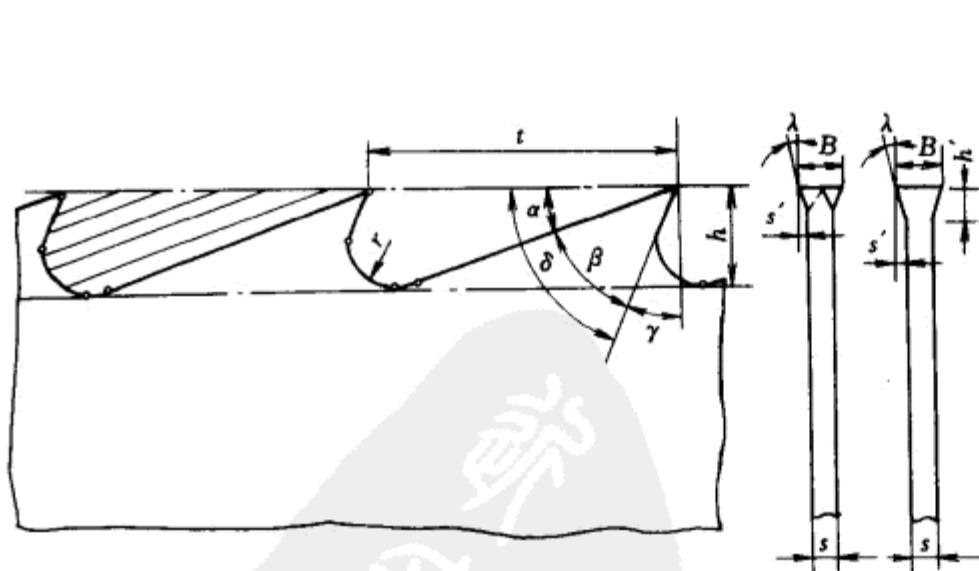


图 13-11 带锯条各部分名称

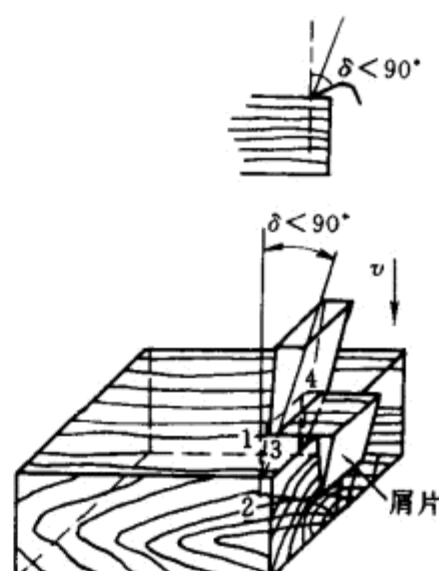


图 13-12 带锯齿的廓形

α —前角(齿喉角) β —楔角(齿尖角) γ —后角(齿背角) δ —切削角 λ —锯料角
 h' —锯料高度 B —锯料宽度 t —齿距 h —齿高 r —齿槽底的圆弧半径
 s —锯条厚度 s' —锯料量

重复以上过程切下一片片切屑,并层层聚积在齿槽内,最后随锯齿离开木材而散落。当切削用量选择不当(如进给速度过大)、或齿形设计不合理,就会有更多的切屑散落在锯身与锯路壁之间,加剧了锯身侧向挤压力,成为锯条不稳定因素之一。

另外,若锯齿齿刃变钝,则锯路底木材的变形深度扩大,纤维不是被切断,而是被弯曲、折裂,因此形成的锯路底将不在主刃的运动轨迹线上,而是向母材内延伸,其结果造成每齿切削厚度不一,材面质量不好,切削动力也大大增加。

2. 锯切运动学和切屑几何学

如图13-1(b)所示,带锯条锯切木材时,锯条被张紧在两只锯轮上,由锯轮驱动带锯条的运动为主运动,木材作等速直线进给运动。锯条切削部分为位于二锯轮中间工作边的直线段。主运动速度和进给运动速度由以下公式计算:

$$v = \frac{\pi D n}{6 \times 10^4} = \frac{z_n t n}{6 \times 10^4}$$

$$u = \frac{u_n n}{1000} = \frac{u_z z_n n}{1000}$$

式中 v ——主运动速度, m/s

D ——锯轮直径, mm

n ——锯轮转速, r/min

z_n ——锯轮转一圈时锯条参加切削的齿数

t ——齿距, mm

u ——进给运动速度, m/min

u_n ——锯轮转一圈时木材的进给量, mm

u_z ——每齿进给量, mm

如图13-13所示,合成运动速度 v' 为上述二种运动的矢量和,其方向与主运动之间的夹角 α_m 称为运动后角,因 $\tan \alpha_m = u/v = \text{常量}$,所以各齿在木材内的运动轨迹线为互相平行的斜直线。它们就是材面的锯痕。

沿进给方向量得的相邻二轨迹线之间的距离为每齿进给量 u_z :

$$u_z = t \tan \alpha_m = t \frac{u}{v}$$

式中 u_z ——每齿进给量, mm

t ——带锯条的齿距, mm

α_m ——运动后角,合成运动速度 v' 方向与主运动 v 之间的夹角, ($^\circ$)

v ——主运动速度, m/s

u ——进给运动速度, m/s

沿相对轨迹线方向量得的相邻二轨迹线之间距离为切屑名义厚度 a :

$$a = u_z \sin \theta$$

式中 a ——切屑名义厚度, mm

u_z ——每齿进给量, mm

θ ——运动遇角, v' 方向与 u 方向之间的夹角

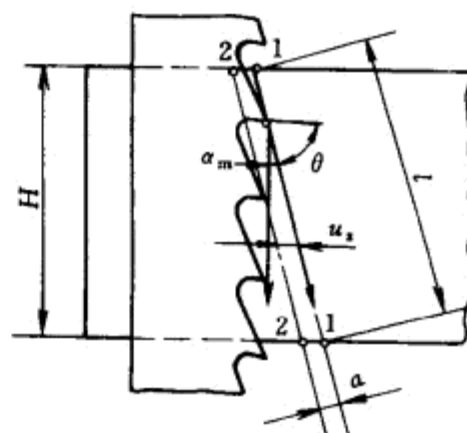


图 13-13 带锯切削运动学和切屑几何学

因为锯切时, u_z 与 θ 不变, 所以切屑厚度 a 为一常量。

锯齿在木材内一次行程长度, 即切屑名义长度 l :

$$l = \frac{H}{\sin \theta}$$

式中 l ——切屑名义长度, mm

H ——被加工材料高度又称锯路高度, mm

由于带锯机的主运动速度较木材的进给速度大得多, 因此 $v' \approx v$, 即 $\alpha_m \rightarrow 0^\circ$, $\theta \rightarrow 90^\circ$, 所以 $a \approx u_z$, $l \approx H$ 。

(二) 带锯条

1. 锯身尺寸

(1) 锯条长度 L 锯条长度决定于带锯机的结构, 由以下公式确定:

$$L = \pi d + 2l_{\max}$$

式中 L ——锯条长度, mm

d ——锯轮直径, mm

l_{\max} ——上、下锯轮的最大中心距, mm

(2) 锯条宽度 B 锯条的初始宽度按锯轮轮缘面宽度确定, 即:

$$B = B_{\text{轮}} + h + \Delta$$

式中 B ——锯条宽度, mm

$B_{\text{轮}}$ ——锯轮轮缘面宽度, mm

h ——齿高, mm

Δ ——加工余量, mm

为了避免齿根擦伤轮缘面, 所以上述公式中加工余量 $\Delta = 5 \sim 10 \text{ mm}$, 锯条因多次刃磨逐渐减小, 当用掉初始宽度的30%时, 应更换锯条。

(3) 锯条厚度 s 锯切时, 带锯条在锯轮上因弯曲而造成的应力值, 占带锯条许用应力值的大部分。为控制弯曲应力, 锯条厚度的最大尺寸由锯轮直径 d 决定:

$$s = (0.0007 \sim 0.001)d$$

带锯条厚度表示方法有两种, 一是用 mm 表示; 二是用测量铁丝粗细的英国伯明翰铁丝规格(B.W.G)表示, 习惯上把后一种叫作号。

2. 锯齿

(1) 锯齿参数 锯齿的主要尺寸参数是齿距 t 与齿高 h 。

齿距是决定锯齿大小的主要依据。齿距小, 齿数多, 切削时每齿负荷量小, 锯齿耐用, 且材面粗糙度低, 但是齿距太小, 容纳切屑的齿间面积小, 排屑困难, 进料费力, 并造成锯屑在锯身两侧和锯路壁之间的挤压, 加大摩擦, 锯身会发热而振动、跑弯。反之, 齿距太大, 排屑顺利, 有利于提高进料速度, 但每齿负荷大, 锯齿不耐用。一般情况下, 考虑到锯齿强度, 齿距的大小可以根据锯厚 s 并参考被加工材的软、硬和锯料形式确定。再剖带锯条的齿距 $t = (30 \sim 50)s$ 。

齿高大小对锯切影响与齿距相同, 即齿高过大, 齿体弱, 切削时锯齿易振动、折弯; 反之, 影响切屑的贮存与排出。再剖带锯条的齿高按下式确定:

对于直齿背 $h = (0.25 \sim 0.30)t$

对于凸齿背 $h = (0.30 \sim 0.35)t$

细木工带锯条锯齿的尺寸在较大程度上取决于锯条宽度, 可用以下公式确定:

$$t=(1.5\sim 2.0)\sqrt{B}$$

$$h=(0.5\sim 0.6)t$$

为了避免齿底应力集中和切屑流出不畅,齿底均应圆弧过渡,一般圆弧半径 $r=0.15t$ 。

(2) 锯齿齿形及角度参数 带锯条锯齿齿形,如图13-14所示。最常用的为直背齿,其齿刃锋利、刃磨方便,适合在各种规格的锯机上加工软材或硬材。其中齿底略加长的直背齿,可以增加齿槽容屑量,它适用于薄锯条。凸背齿,锯齿上部加强,适合于大带锯上粗加工用。细木工带锯齿只适用于窄锯条细木工带锯机上。

再剖带锯条锯齿的前角可选择大些,一方面减少切削力,另一方面也减少了工作中带锯条从锯轮向后移动的推力。但是前角增加,应该与被锯材性质和对锯齿强度的要求相适应,一般锯软材时 $\gamma=25^{\circ}\sim 35^{\circ}$;锯硬材时 $\gamma=5^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。楔角是反映锯齿本身强度和锋利程度的角度。楔角小的锯齿切削力和进料力都可减少,但齿体弱,锯齿易弯曲,一般锯软材时 $\beta=35^{\circ}\sim 45^{\circ}$;锯硬材时 $\beta=45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。后角大可以保证齿背不与锯路底木材产生摩擦,但后角过大,在前角一定时,会削弱齿尖。一般 $\alpha=15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。

细木工带锯条锯齿,因其用在又窄又薄的锯条上,所以楔角应较大,一般采用: $\gamma=0^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 、 $\beta=50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 、 $\alpha=30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。

(3) 锯料 锯齿都要修整锯料,以便使锯路宽度 b 大于锯身厚度 s 。这样锯身能在运行时不会由于锯路壁木材的弹性恢复而被夹紧、摩擦。

锯料有压料和拨料两种。压料法是通过压料工具将锯尖局部压扁加宽,见图13-15(a);拨料法是通过拨料器将相邻二齿(或中间间隔1~2个齿)轮流交错向左、右拨弯,见图13-15(b)。

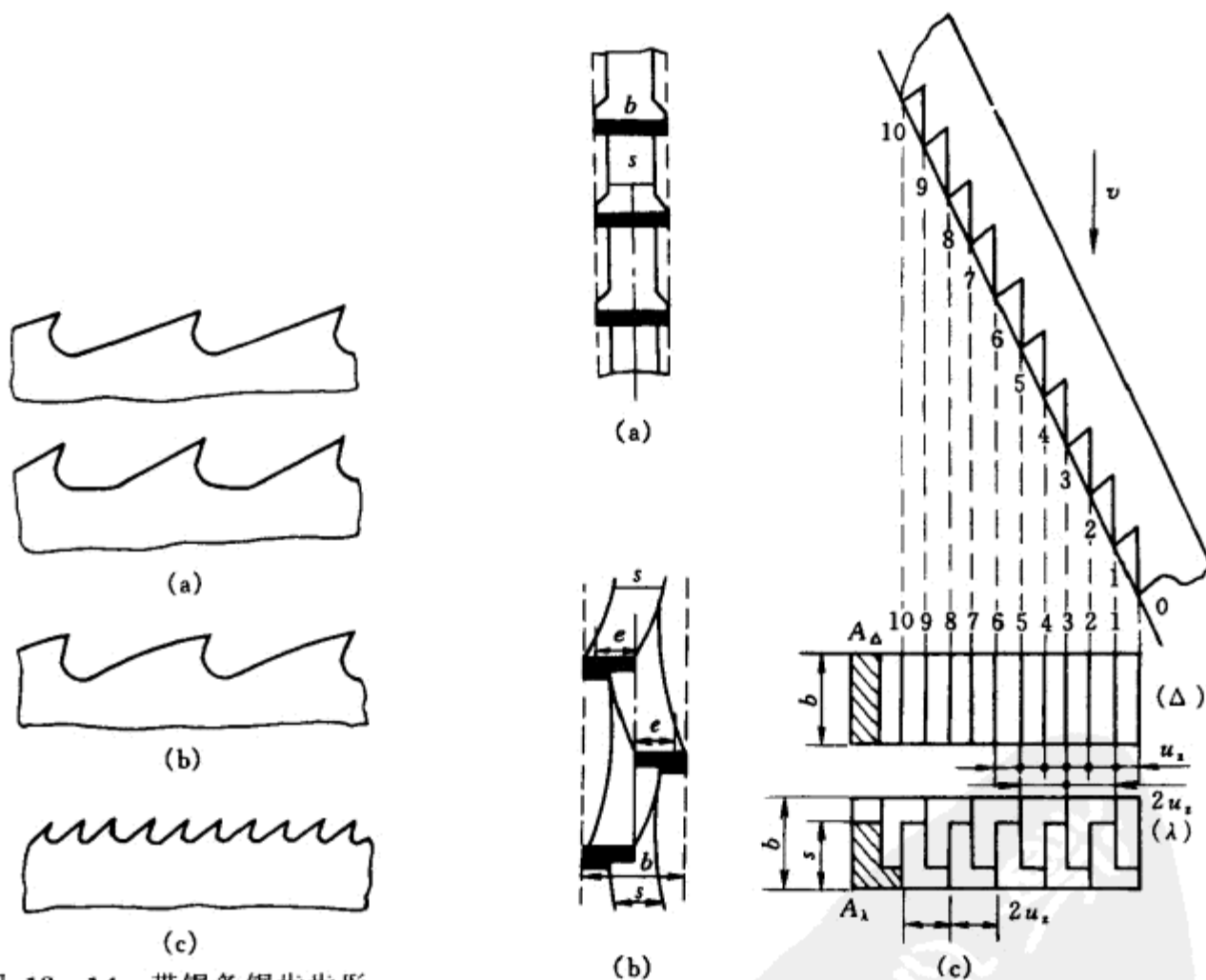


图 13-14 带锯条锯齿齿形

(a) 直背齿 (b) 凸背齿
(c) 细木工带锯齿

图 13-15 锯料齿

(a) 拨料齿 (b) 压料齿 (c) 切屑的横断面形状

两种不同锯料齿切削得到的切削横断面形状是不同的,如图13-15(c)所示。压料齿每齿都在锯路的全宽上切下切屑,切屑横断面近似为一矩形,切削厚度 $a_d = u_z$;而拨料齿每齿不是在锯路全宽上切下切屑,切屑平均厚度 $a_d = \frac{b}{s} u_z$ 。

两种锯齿切削效果有以下不同:①压料齿锯条受力通过锯身厚度方向中心线;而拨料齿锯条受力忽左忽右,因而锯身稳定拨料齿较差。②当 u_z 相同时,拨料齿在材面上的锯痕之间宽度(撕裂长度)为 $2u_z$;而压料齿为 u_z ,所以压料齿所得加工面质量好。③当齿形、齿距相同时,压料齿齿室容积大于拨料齿约25%,因而压料齿有利于提高生产率(进给量)。通常再剖带锯条锯齿都采用压料法。

锯料大小用锯料量 s' 表示,一般 $s' = (0.2 \sim 0.45)s$ 。厚锯条选小值,薄锯条选大值。理论上的锯路宽度(不考虑锯路路壁木材的弹性恢复) $b = 2s' + s$,一般原则是锯路宽度不超过锯厚的一倍,即 $b \leq 2s$ 。选择锯料量时,锯软材比锯硬材、湿材以及含树脂或胶质木纤维多的木材要大一些。

二、圆 锯 片

在现代化木材加工企业中,各种圆锯作业占全部机械加工的50%以上。因为利用圆锯可将

厚板剖分成薄板(即纵锯),亦可将木材横纤维截断(又称横锯——进料方向与纤维走向垂直),还可相对纤维任何方向斜锯。尤其各种人造板的大量使用,圆锯使用比例愈加增多。圆锯片由锯身和锯齿两部分组成,各部分名称如图13-16所示。

(一) 圆锯切削原理

1. 圆锯片基本齿形及其切削

圆锯片基本齿形分为纵锯齿与横锯齿(图13-16)。它们的主要区别是:纵锯齿主刃切削角 $\delta < 90^\circ$,前角 γ 以“+”表示,与

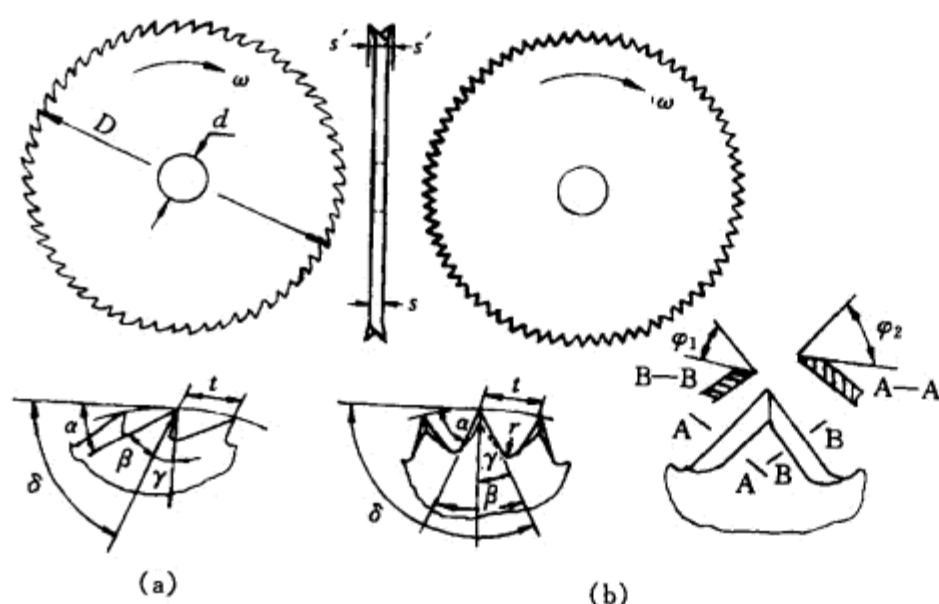


图 13 16 圆锯片各部分名称

(a) 纵锯圆锯片 (b) 横锯圆锯片

D —锯片直径 d —锯片内孔直径 s —锯片厚度

φ_1, φ_2 分别为前齿面和后齿面的斜磨角 其余各符号的意义与带锯条相同

带锯齿相同。横锯齿 $\delta \geq 90^\circ$,前角 γ 以“-”表示。

圆锯片的纵锯齿切削木材情况类似于带锯条的锯齿,主要由主刃切断纤维,只是主刃在进入材面时作纵端向切削,继而逐渐改变切削方向,在离开木材时作近端向切削(图13-17),故切削阻力时刻在变化。为减少切削阻力,锯齿需有适当的前角,一般无需斜磨。切屑的生成情况类似于带锯条的锯切,见图13-12。

圆锯横锯时,若用主刃切削角 $\delta < 90^\circ$ 的纵锯齿切削,如图13-18(a)所示;主刃作横向切削切出锯路底(1—2—3—4)。二侧刃垂直纤维只切断其接触到的部分纤维,切屑二侧大部分未被切断的纤维,在齿前面的挤压下,受到很大的阻力,最后只能从锯路上拔下来,致使动力消耗大,材面质量恶化。因此,横锯时应采用主刃切削角 $\delta \geq 90^\circ$ 齿形,如图13-26(b)所示。使锯齿侧刃先切断锯路壁纤维,即切屑二侧首先与木材分离,切屑与锯路底连接面以及切屑底面在齿前

面作用下,发生剪切破坏,极易与木材分开。

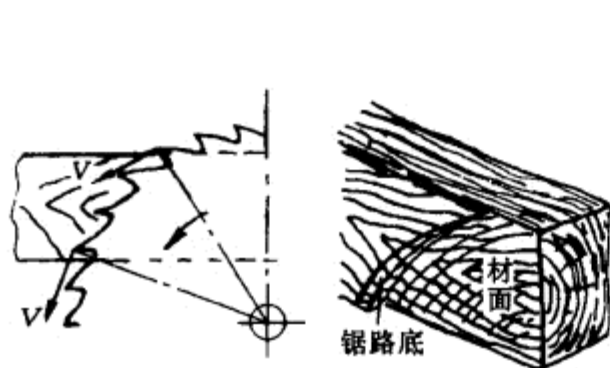


图 13-17 纵锯圆锯切削

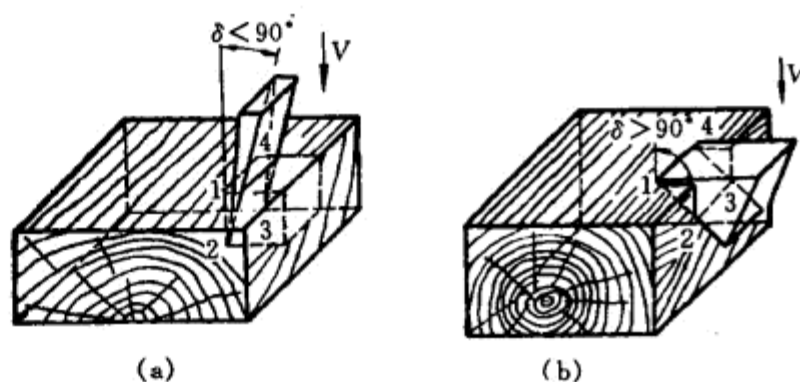


图 13-18 圆锯横锯

(a) $\delta < 90^\circ$ (b) $\delta > 90^\circ$

因横锯齿主要靠侧刃作端向切削,为使侧刃锋利,均应对锯齿进行斜磨,并采用拨料。

图13-19表示二只圆锯横锯齿切削木材的情况,首先由齿尖在木材表面刻划,随着齿的深入,二只齿的侧刃分别切开两侧锯路壁。在二只齿前面作用力的分力 F_3 的相向作用下,将锯路中间的木材剪切而生成切屑。

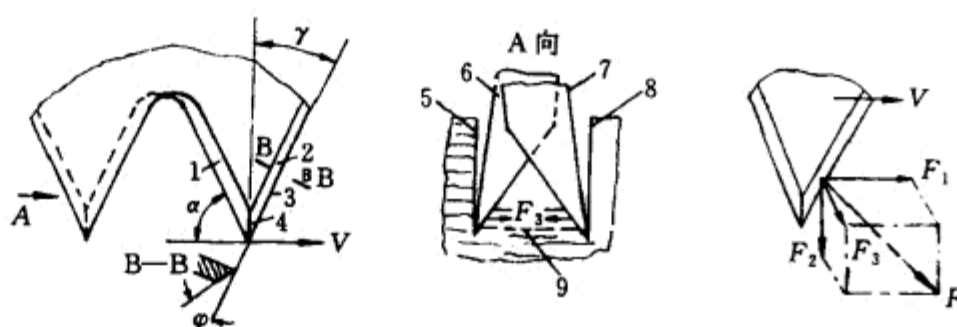


图 13-19 圆锯横锯时的切屑形成

1—齿后面 2—齿前面 3—侧刃 4—主刃 5、8—左、右锯路壁
6—左齿 7—右齿 9—切屑剪切分离面

2. 圆锯切削运动学及切屑几何学

锯切时,圆锯片等速回转运动为主运动。进给运动,可以由木材作等速直线进给,也可以由圆锯片完成进给运动。

主运动速度和进给运动速度由以下公式计算:

$$v = \frac{\pi D n}{6 \times 10^4} = \frac{z t n}{6 \times 10^4}$$

$$u = \frac{u_n n}{1000} = \frac{u_z z n}{1000}$$

式中 v ——主运动速度, m/s
 u ——进给运动速度, m/min
 D ——锯片直径, mm
 z ——锯齿数;
 t ——齿距, mm
 n ——锯片转速, r/min
 u_z ——每齿进给量, mm
 u_n ——每转进给量, mm

以上两种运动的合成运动轨迹线应为一摆线,如图13-20所示。由于主运动速度比进给运动速度大得多,在确定切屑几何参数时,切削轨迹近似以圆弧曲线代替。

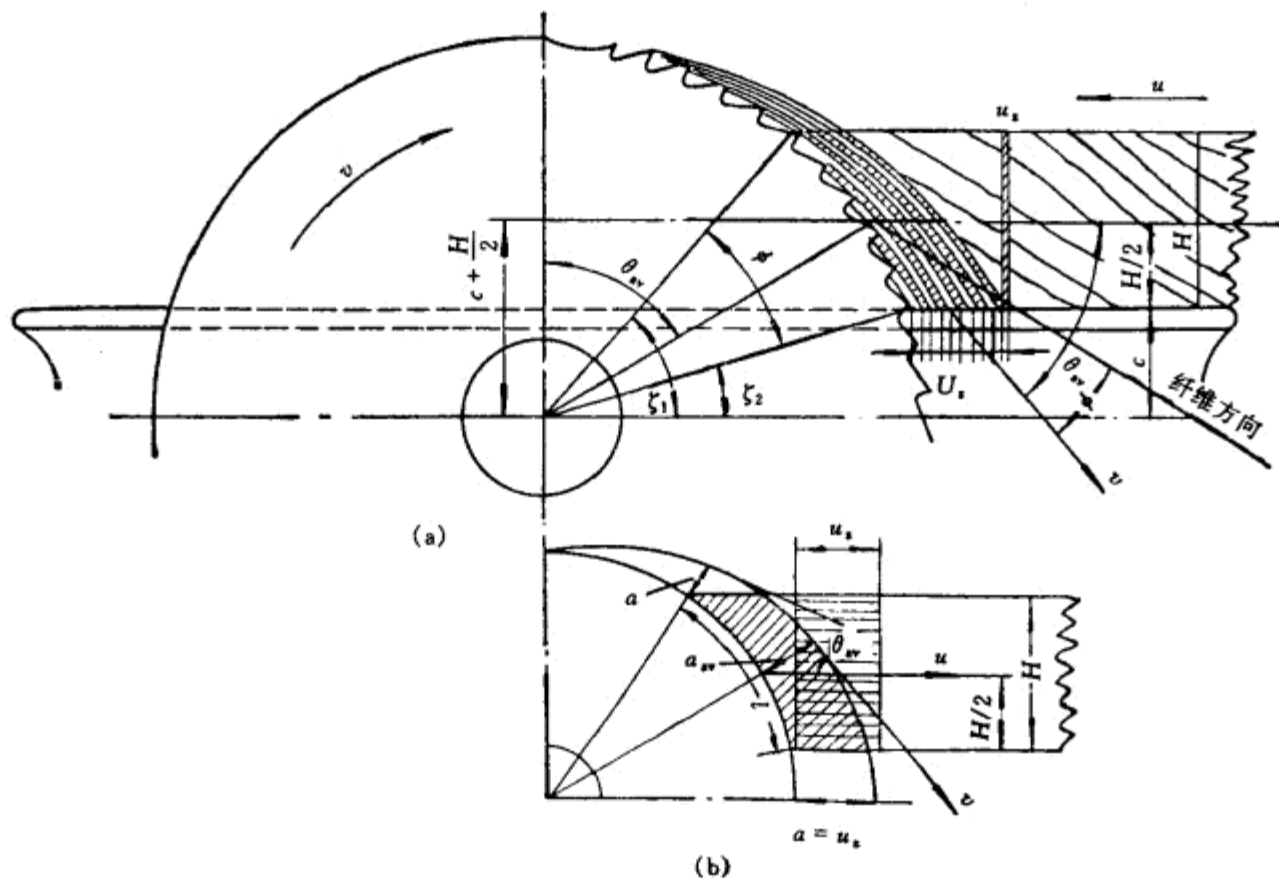


图 13-20 圆锯锯切简图

(a) 切削轨迹 (b) 切屑几何参数

圆锯锯切时, 运动遇角 θ 是变化的。锯路最高点处的 θ 角最小, 锯路最低点处的 θ 角最大, 计算时通常取锯路高度中点的 θ 角为平均运动遇角 θ_{av} :

$$\cos \theta_{av} = \frac{c + \frac{H}{2}}{\frac{D}{2}} = \frac{2c + H}{D}$$

锯片与木材的接触弧长为切屑的名义长度 l :

$$l = \frac{\pi D}{360} \phi = \frac{\pi D}{360} (\xi_1 - \xi_2) = \frac{\pi D}{360} \left(\arcsin \frac{2c + 2H}{D} - \arcsin \frac{2c}{D} \right)$$

切屑名义厚度 a , 应由相邻二切削轨迹的法向量得出, 见图13-28。圆锯切削时随锯齿在接触弧上所处位置不同, 切削名义厚度值不同, 锯路最高点的切屑厚度最小, 锯路最低点的切屑厚度最大。计算时取平均切屑厚度 a_{av} :

$$a_{av} = u_z \sin \theta_{av} = u_z \sin \left(\arccos \frac{2c + H}{D} \right)$$

拨料齿切下的平均切屑厚度 a_z :

$$a_z = \frac{b}{s} a_{av}$$

压料齿切下的平均切屑厚度 a_Δ :

$$a_\Delta = a_{av}$$

3. 圆锯切削用量的选择

圆锯锯切时需要适当的进料速度。若进料速度过慢, 不但材面因摩擦发热易被烧焦, 而且容易起毛。同时由于每齿切削量过小, 因过多摩擦而使齿尖加速磨损, 导致使用寿命缩短。当然

若进料速度过快,一方面使锯齿过载,另一方面材面也会十分粗糙。

表13-1按锯切的材质不同,列出的 u_z 值,供选用时参考。

表 13-1 圆锯锯切时,推荐的 u_z 值

材 质	软材纵锯	软材横锯	硬 材	刨花板材	纤维板	单板贴面板
u_z	0.2~0.9	0.1~0.2	0.05~0.15	0.1~0.25	0.05~0.12	0.05~0.1

圆锯片回转速度增大,切屑厚度减小,每齿切削阻力减小,加工面粗糙度低,制材用锯片转速一般为2500~3000r/min,木工用小圆锯为3000~4000r/min。硬质合金锯片耐磨性好,一般齿数较少,使用时转速可在4500r/min以上。

(二) 圆锯片

1. 锯身尺寸

锯片直径 D 锯片直径的选择与锯机结构有关。当锯轴配置在被加工材料之下时,锯片最小直径 D_{\min} 由下式计算:

$$D_{\min}=2(c+H+h)$$

当锯轴配置在上时:

$$D_{\min}=2(H+\frac{d_o}{2}+h)$$

最后确定的锯片直径 D :

$$D=D_{\min}+2\Delta$$

式中 c ——锯轴中心至工作台面的距离,mm

H ——锯路宽度,mm

h ——齿高,mm

d_o ——夹紧锯片的法兰盘直径,mm

Δ ——考虑锯齿重磨,沿径向的磨损量, $\Delta\approx 25\text{mm}$

锯片内孔直径 d 由锯机主轴直径确定。锯片厚度 s ,按下式计算:

$$s=(0.08\sim 0.15)\sqrt{D}$$

2. 锯齿

(1) 圆锯片锯齿形状,如图13-21所示。

图13-21(a)、(b)、(c)为普通钢锯片纵锯齿形。其中(a)适用于锯硬材;(b)适用于锯软材;(c)适用于高质量锯切。该种齿前、后面斜磨,一方面改善主刃切削条件(由端向切削改为纵端向切削),另一方面使侧刃更为锋利,以修光锯路壁。采用该种齿形的圆锯片,锯身成内凹状,因而无需拨料。若为普通等厚度锯身,拨料量也应很小($s'=0.5\text{mm}$)。

图13-21(d)、(e)为普通钢锯片横锯齿形。其中(d)适用于锯软材;(e)适用于锯硬材,亦可用于高质量锯切。

图13-21(f)、(g)、(h)为硬质合金锯齿。其中(f)用于横锯极硬材、细木工板、刨花板、胶合板及装饰贴面板的粗锯;(g)用于纵锯极硬材与木质纤维板;(h)适用于要求高质量的各种人造板的锯切。

(2) 锯齿尺寸 对于普通钢锯片齿高 h 、齿距 t 、齿底圆弧半径 r 及齿后面长度 l 可参考表13-2选择。

表 13-2 普通钢圆锯锯齿尺寸的选择

齿 形	t	h	r	l
纵锯齿	(10~18) s	(0.45~0.50) t	—	—
横锯齿	(8~10) s	(0.6~0.9) t	(0.10~0.20) t	(0.30~0.50) t

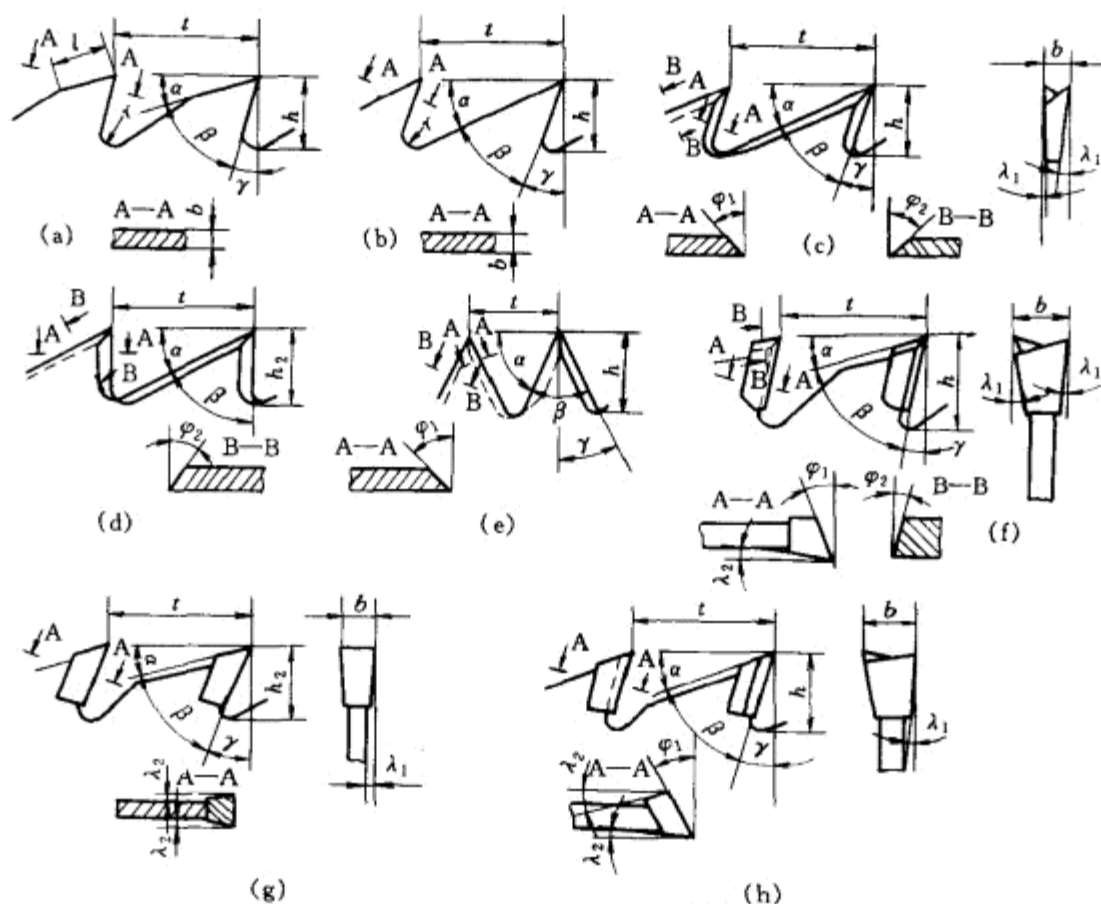


图 13-21 圆锯片齿形

(a)、(b)、(c) 钢锯片纵锯齿形 (d)、(e) 钢锯片横锯齿形 (f)、(g)、(h) 硬质合金锯齿

硬质合金圆锯片齿数较同直径钢锯片少,但锯切人造板时,为防止 u_z 大而使人造板边缘崩裂,齿数反而多,一般齿高 $h=(0.35\sim0.95)t$,齿底圆弧半径 $r=(0.15\sim0.30)t$ 。

(3) 锯齿角度参数 圆锯片锯齿角度,除切削各角度(γ 、 β 、 α)外,还要考虑以下两种角度:

斜磨角 φ ,它是锯齿前(后)面与垂直于锯身平面的面之间的夹角,其作用是增加侧刃的锐利度,也兼改善主刃的切削条件。

内凹角 λ_1 和侧隙角 λ_2 ,它们是分别从不同锯齿视图上测量的齿侧面与锯身平面(或锯路壁平面)之间的夹角,其作用是减少锯身与锯路壁之间的摩擦。

圆锯片锯齿各角度参数对应于图13-31齿形,列于表13-3供选用参考。

表 13-3

圆锯齿角度参数

单位: (°)

齿 形	γ	α	φ_1	φ_2	λ_1	λ_2
(a)	35	15	0	0	3~5	3~5
(b)	20	30	0	0	3~5	3~5
(c)	20	25	15	15	0.5	0
(d)	0	50	40	40	3~5	3~5
(e)	-25	65	40	40	3~5	3~5
(e)*	-15	40	20	20	0.5	0
(f)	5~12	12~15	15~20	15	0.5~1.5	1.5~2
(g)	20~25	12~15	0~5	0~5	0.5~1.5	1.5~2
(h)	10~20	12~15	30	0	0.5~1.5	1.5~2

注: (e)*为横锯精锯。

3. 刨削锯片

刨削锯片是指锯出来的材面质量接近刨削质量的圆锯片,其锯身由齿缘向中心成内凹状。

由于锯片内凹,无需拨料,锯齿侧隙角甚小,因而锯出的材面粗糙度极低。刨削锯片的齿形分为普通齿和组合齿。图13-22(a)为组合齿刨削锯片的一部分,锯齿成对出现,每组锯齿中有2~4只斜磨直背的横锯齿(切齿)及1只直齿背的纵锯齿(刨齿)。两种齿之间在锯片半径方向相差0.3~0.5mm。刨齿的作用是把切齿留在锯路内的呈三角形的切屑切除掉,以减少锯路内木材对紧跟着切入木材的切齿的挤压力,从而减少切削阻力和进料阻力,如图13-22(b)所示。

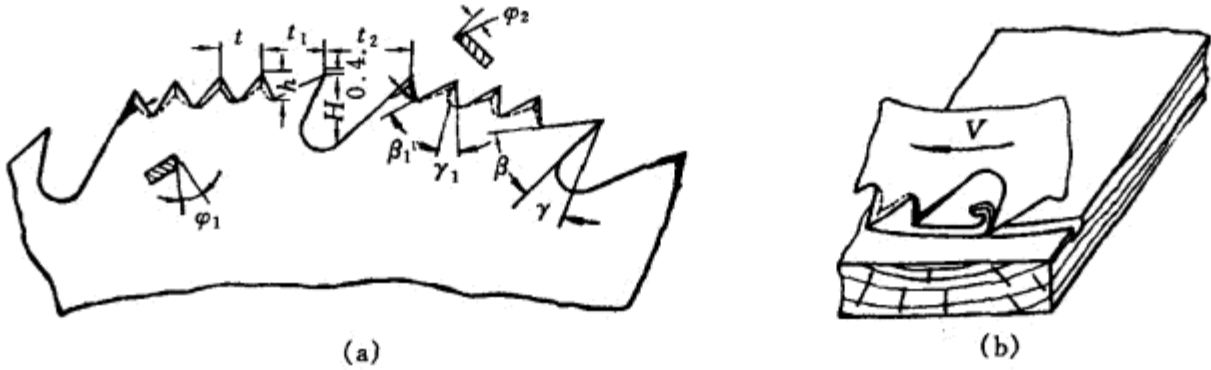


图 13-22 刨削锯片
(a) 组合齿形 (b) 刨齿切削

4. 硬质合金圆锯片

硬质合金圆锯片,是在普通钢锯片的齿刃上焊接硬质合金片而成,如图13-23所示。由于硬质合金材料硬度高、耐磨性好,特别是红硬性高,因此硬质合金片使用寿命长,生产效率高。又由于合金齿是在精密专用磨床上修磨成类似于刨削锯的齿形,所以硬质合金片的锯切质量也高。

合金锯片齿数比钢锯片少,一般选择锯片齿数时,对于横向锯截、进料速度高、被加工材料厚、切削质量要求高以及锯切人造板的场合,合金锯片齿数要比在纵锯、进料速度低、被加工材料薄、质量要求低、锯切木材的场合所选的多。

合金锯片上均开有几条缺口,这是因为当锯片工作急剧发热时,作为周边部分产生热应力时的膨胀间隙,同时还能起到降低噪声的作用,见图13-23(a)。

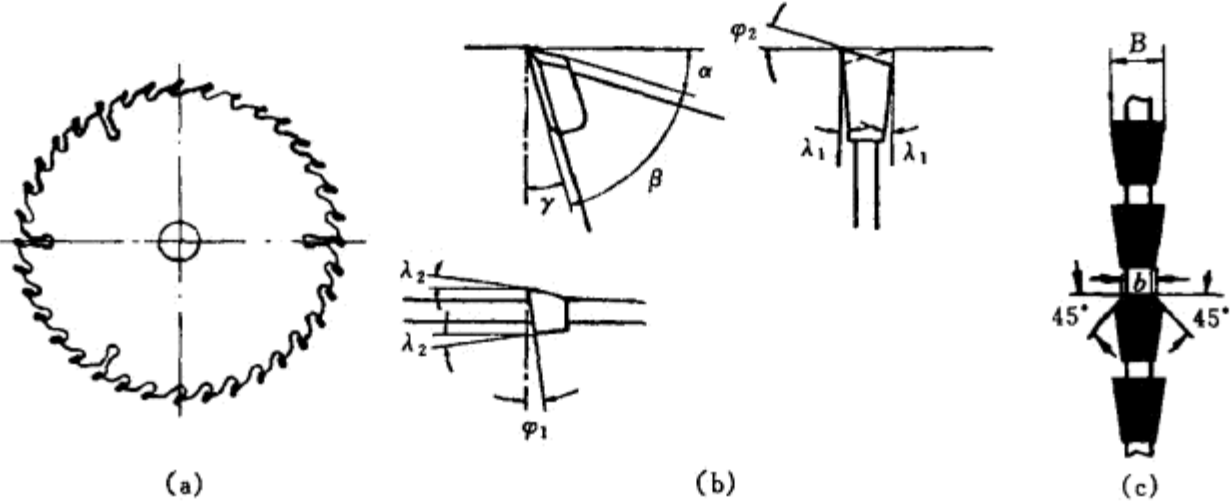


图 13-23 硬质合金圆锯片
(a) 锯片 (b) 普通齿形 (c) 组合齿形

图13-23(c) 为组合齿的合金锯片,即三齿中之一齿为梯形齿,它的切削半径比其余二齿大0.3mm,两边磨成45°。切削时,梯形齿先开出槽,其切屑宽度为 b ,剩下锯路两边的切屑宽度各为 $(B-b)/2$ 的材料由纵锯齿切去。这样的齿形组合可以减少锯齿切入时的冲击力,从而延长合金齿的使用寿命。该组合齿形更适合于锯切碎料板。为避免被加工碎料板边缘崩裂,其中的纵锯齿可以斜磨齿前、后面,以增加剪切效果。

采用硬质合金圆锯片时,应选用较高的切削速度,才能充分发挥其优越性。一般锯切软材推荐取 $60\sim 90\text{m/s}$,硬材取 $50\sim 70\text{m/s}$;锯切人造板推荐取 $60\sim 80\text{m/s}$ 。与上述相应的进料速度推荐取 $10\sim 40\text{m/min}$, $10\sim 30\text{m/min}$, $10\sim 20\text{m/min}$ 。

使用合金齿锯片,应注意及时刃磨,既能保持齿刃的锋利又能延长合金片的使用寿命。修磨设备应是精密专用磨锯机,切忌用手工在砂轮机上修磨。刃磨应采用金刚石或绿碳化硅砂轮。变钝齿刃主要磨齿背面,齿喉面可略光一下或不磨。

5. 方形锯片和安全圆锯片

(1) 方形锯片 如图13-24(a)所示,方形圆锯片各组齿的第一个齿为刨齿,其余为切削齿。该锯片进料轻快,动力消耗少,尤其适合于锯切湿材和含树脂多的木材。因为圆周上具有没有齿的部分,因而冷却效果良好。

(2) 安全圆锯片 如图13-24(b)所示,安全圆锯片齿数少,一般为 $8\sim 12$ 只。在齿间具有比齿尖稍低的圆周,因而可以限制进料速度,避免切削负荷过大。最大进料速度取决于齿尖突出圆周量 h 、齿数 z 和转速 n 。该锯片具有工作平稳,所需动力少,工作安全等优点。

6. 粉碎用圆锯片

在双面开榫机上,作为截断用的圆锯片应加粉碎锯齿,以便将切下的材料切成碎片,有利于进入吸尘管中,否则切下的大块材料堆积在锯片附近,易造成反弹伤人。图13-25(a)为将分割式锯片作螺旋状排列;图13-25(b)则使用开槽铣刀与锯片组合使用。

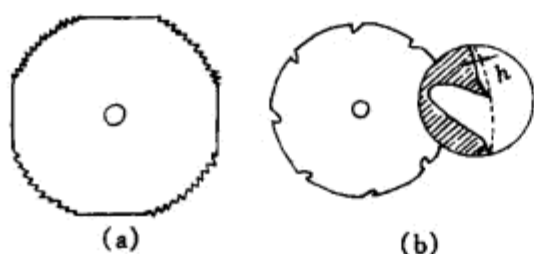


图 13-24 方形锯片与安全圆锯片

(a) 方形锯片 (b) 安全圆锯片

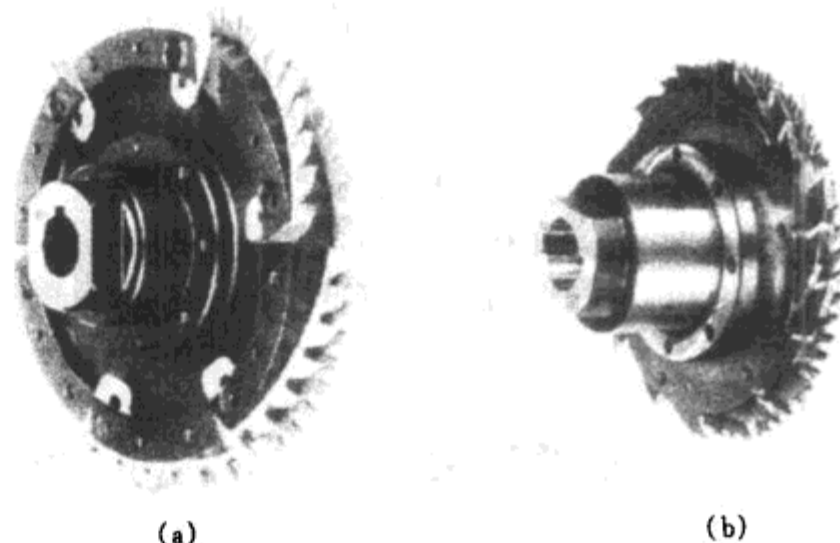


图 13-25 粉碎用圆锯片

(a) 分割式锯片螺旋状排列 (b) 铣刀与锯片组合

7. 摆动圆锯片

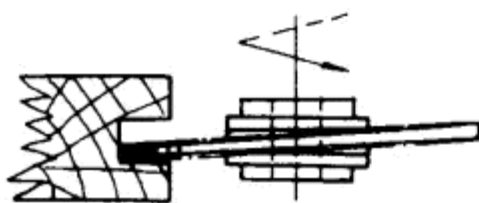


图 13-26 摆动圆锯片

摆动圆锯片是将普通锯片倾斜安装在回转轴上,回转时锯片成摇摆状而得名,如图13-26所示。锯片如此安装可以加工沟槽,加工沟槽的宽度由锯片倾斜度的大小而定,最大可调至 36mm 。

因锯片倾斜安装,动平衡状态不良,故转速不能太大,进料速度也应较低,一般适用于样品制作或小批量生产。

第三节 铣削原理及铣刀

铣刀广泛用于加工平面、成型面、榫头、沟槽以及工艺木片等。

铣削类型如图13-27所示,按主运动方向相对于进给运动方向分有:逆铣[图13-27(a)],顺铣[图13-27(b)];按切削方向相对于纤维走向分有:纵向铣削[图13-27(a)、(b)],横向铣削[图13-27(c)]和端向铣削[图13-27(d)]。还有其它分类法,不再一一列举。

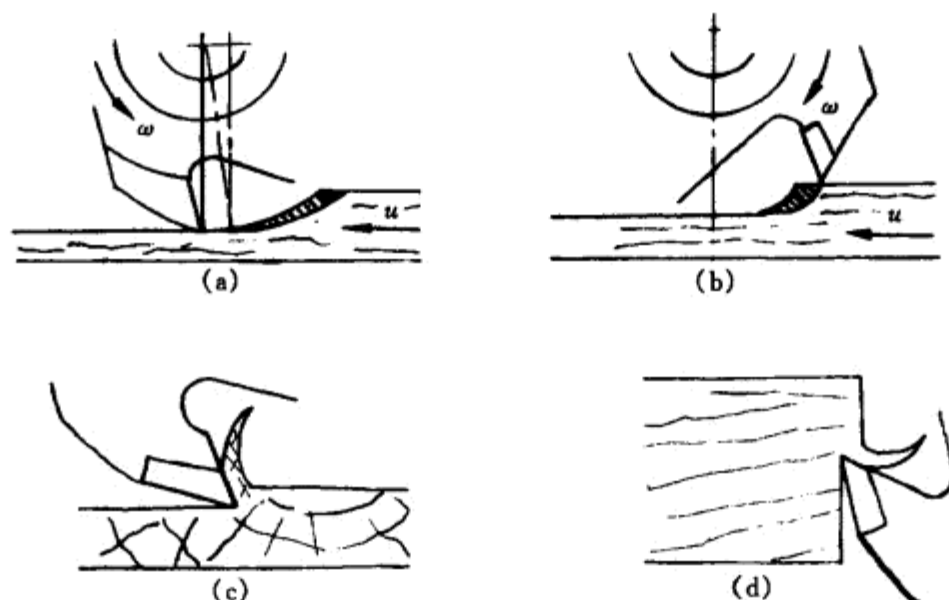


图 13-27 铣削类型

(a) 纵向铣削(逆铣) (b) 纵向铣削(顺铣) (c) 横向铣削 (d) 端向铣削

铣削各要素名称如图13-28所示。

一、铣削原理

铣削主运动为铣刀作旋转运动,主运动速度为:

$$v = \frac{\pi D n}{6 \times 10^4}$$

式中 v ——主运动速度, m/s

D ——铣刀切削圆直径, mm

n ——铣刀转速, r/min

进给运动由木材完成,进给速度以 u 、 u_n 、 u_z 表示,它们的关系是:

$$u = \frac{u_n n}{1000} = \frac{u_z z n}{1000}$$

式中 u ——进给速度, m/min

u_n ——每转进给量, mm

u_z ——每齿进给量, mm

1. 切削轨迹及切屑几何参数

铣削运动轨迹应为上述二种运动的合成运动轨迹,为一摆线,如图13-29所示。

由于 $v \gg u$,所以在确定切屑几何参数时,将切削轨迹近似看做铣削圆的一段圆弧曲线,即图13-30上的两相邻弧线。

铣削厚度为相邻两切削轨迹之间的垂直距离。由图13-30可见,铣削时随着刀齿切入工件的位置不同,铣削厚度是变化的。在逆铣时,铣削主运动方向与进给方向相反,切屑厚度由零变大;反之,顺铣时,主运动方向与进给方向一致,切屑厚度由大减至零。一般按铣削弧线中点处

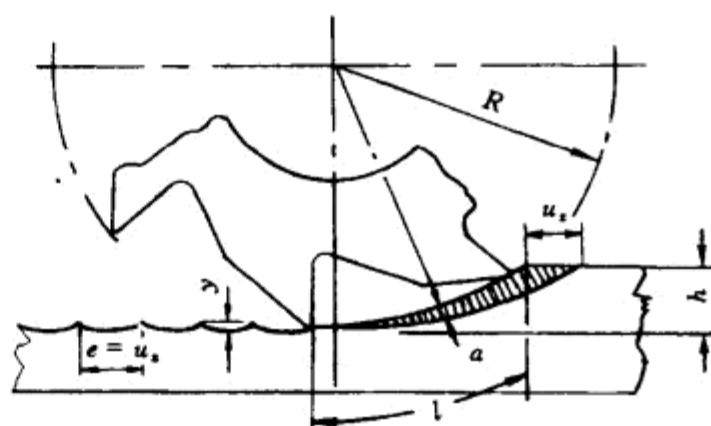


图 13-28 铣削各要素名称

h —铣削深度 e —波长 R —铣削圆半径 l —切削弧长
 y —波纹深度 a —切屑厚度

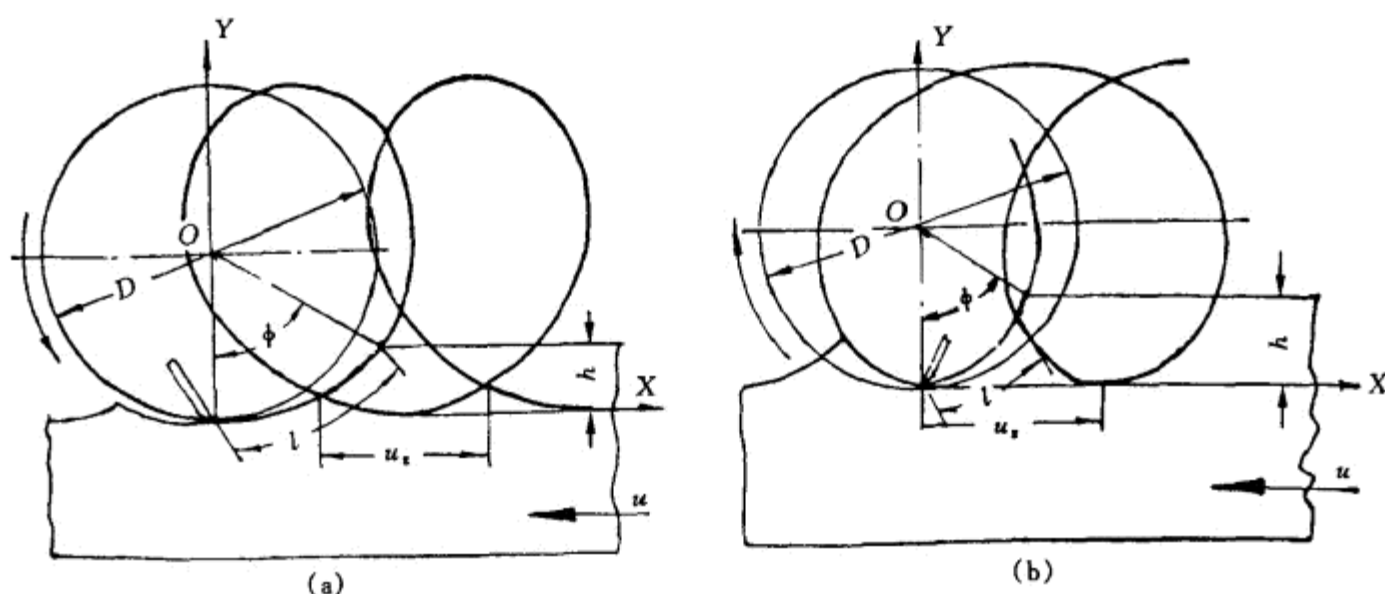


图 13-29 铣削轨迹

(a) 逆铣 (b) 顺铣

的平均切屑厚度计算。由图13-40可得平均切屑厚度 a_{av} ：

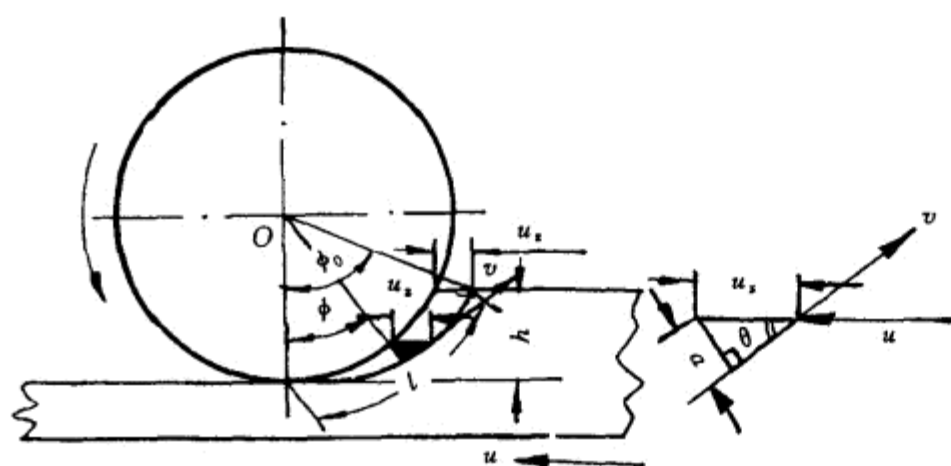


图 13-30 切屑几何形状

u_z ——每刀进给量, mm

h ——铣削深度, 即已加工面与待加工面之间的最短距离, mm

D ——铣削圆直径, mm

2. 铣削表面的运动不平度

用圆柱铣削加工平面时, 加工面粗糙度的主要指标是刀刃在加工面切出的波纹度 e 和波纹深度 y , 见图13-28。波纹深度的近似计算式为:

$$y \approx \frac{e^2}{4D}$$

若刀头上所有刀齿铣削圆直径一致, 则 $e = u_z$ 。

若铣削半径差值较大, 加工面上的波纹实际只由一只刀齿形成, 则 $e = u_n = u_z z$ 。

由以上讨论可知, 增大铣刀直径 D 或减小进给速度 u 均可降低波纹深度 y 。当 u 一定时, 可增加刀齿齿数 z 和铣刀转速 n ; 当 z 和 n 一定时, 需降低 u 。

二、铣 刀

铣刀种类繁多, 下面按铣刀的结构和用途举例介绍。

$$a_{av} = u_z \sqrt{\frac{h}{D}}$$

最大切屑厚度 a_{max} :

$$a_{max} = 2 \sqrt{\frac{h}{D}}$$

切屑长度 l :

$$l = \sqrt{hD}$$

式中 a_{av} 、 a_{max} 、 l ——分别为切屑的平均厚度、最大厚度和长度, mm

(一) 整体铣刀

整体铣刀系切削部分与刀体做成为一体的铣刀,其优点是制造精确、刃磨、装刀方便,使用安全,适用于零件的大批量生产。

1. 用整块钢材制造的整体铣刀

这类铣刀用整块厚钢板或圆钢加工而成,具有加工圆弧、倾斜面以及任意截面形状的铣刀。这类铣刀齿背曲线为阿基米德线。这样铣刀经过多次刃磨后,刀齿后角变化很小。刃磨时只要在保持前角不变的情况下刃磨前刀面,则刀齿的截面形状可以一直保持到铣刀磨耗至不能再用于止。因而对大批量生产零件的加工精度很高。图13-31为这类铣刀的结构图。

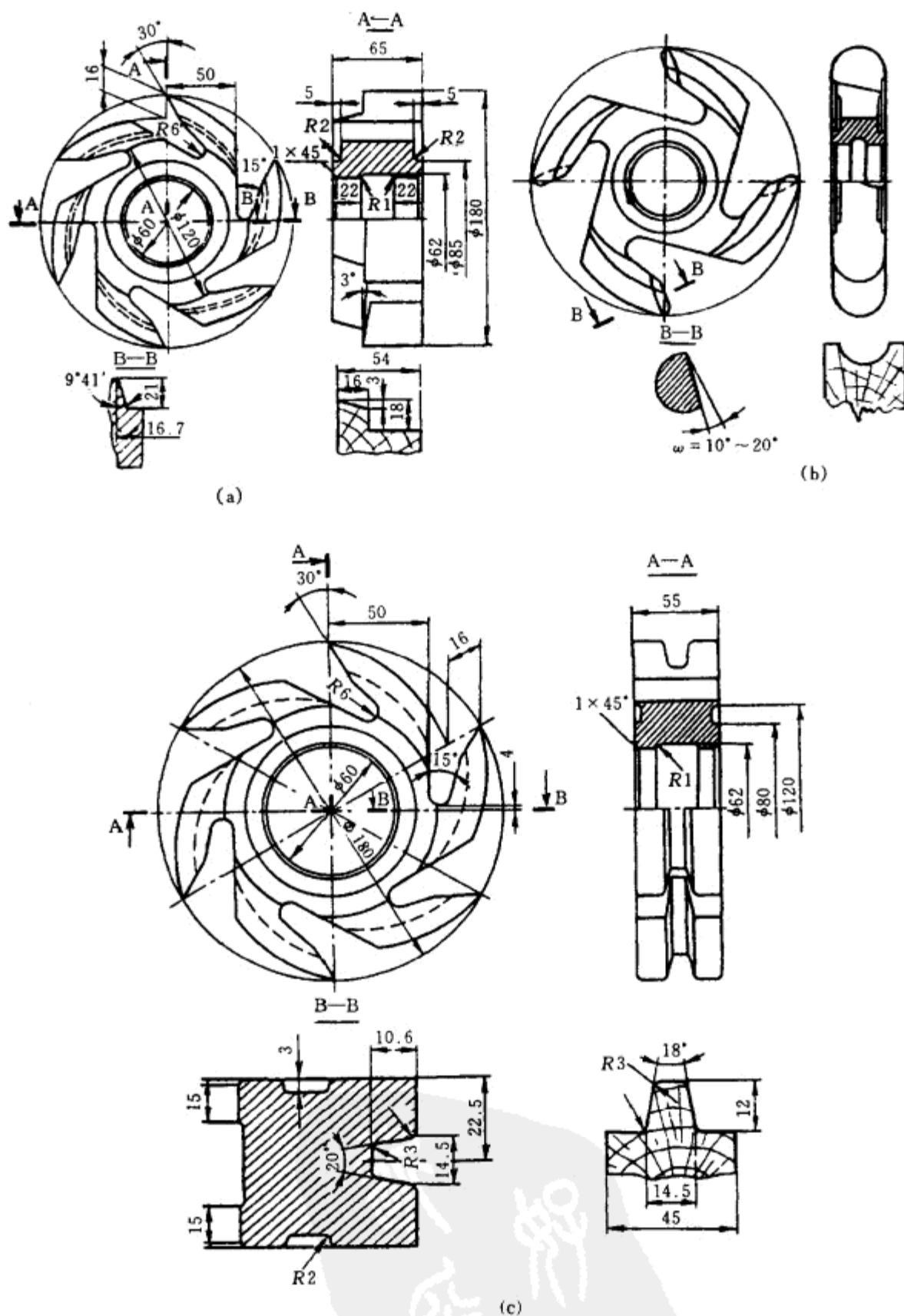


图 13-31 整体成形铣刀结构图

(a) 加工半槽形零件 (b) 加工圆弧零件 (c) 加工梯形零件

零件断面形状若具有如图13-32(a)所示半圆状时,则刀齿两端的侧刃处应适当倾斜. 倾斜角 $\lambda=10^\circ$,其目的是避免该处刀齿侧面与加工面摩擦. 零件断面形状若具有如图13-32(b)所示的直线区段时,则刀齿相应处应斜铲,斜铲角 $\tau=2^\circ\sim3^\circ$.

2. 焊接合金刀片的整体铣刀

为了提高刀齿的耐磨性,大都采用高速钢或硬质合金片焊接刀齿上的整体铣刀。

图13-33为加工沟槽用铣刀. 其中图(a)用于顺纤维铣削, $\gamma=20^\circ\sim30^\circ$, $\alpha=10^\circ\sim15^\circ$. 为避免刀齿侧面与槽壁摩擦,侧隙角 $\lambda=3^\circ$,刃磨时只能磨后面,以免槽宽减小. 图(b)为横纤维铣槽用,除切削齿外,铣刀还有割断纤维齿. 由于横纤维铣削阻力小,切削齿前角 $\gamma=30^\circ$. 割断纤维齿用于加工槽壁,因作端向切削故割齿 $\gamma=-45^\circ$,并且应比切削齿沿半径方向突出0.5mm.

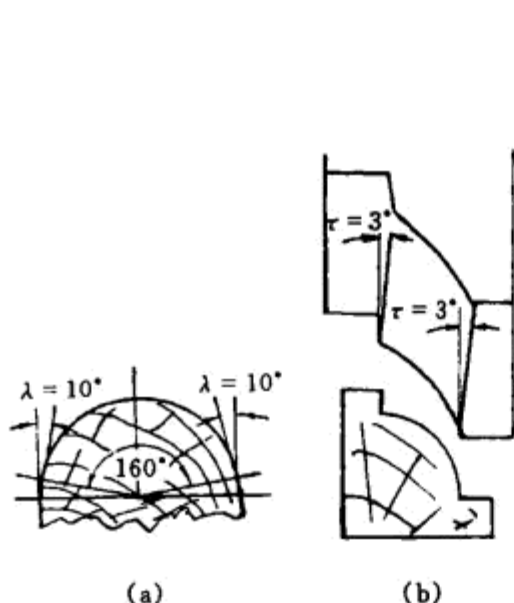


图 13-32 避免刀齿侧面摩擦的措施

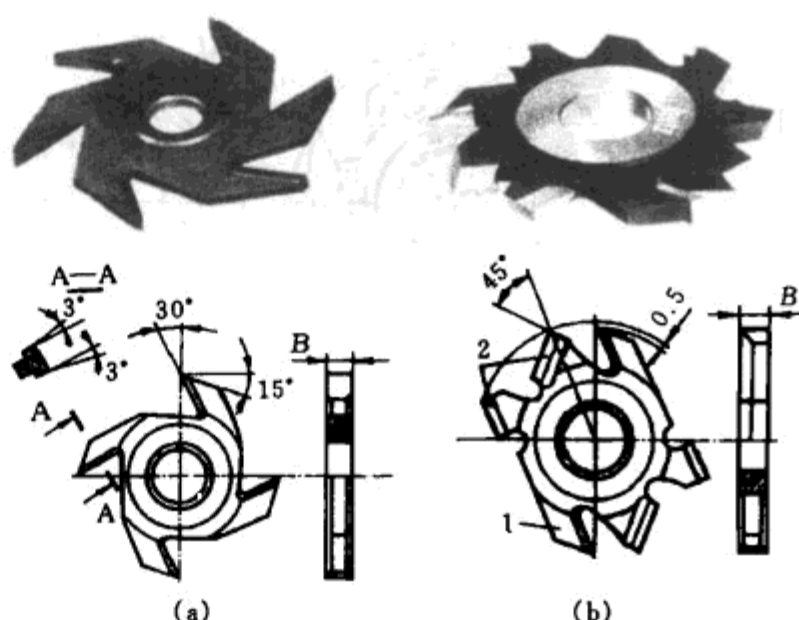


图 13-33 槽铣刀

(a) 顺纤维铣削 (b) 横纤维铣削

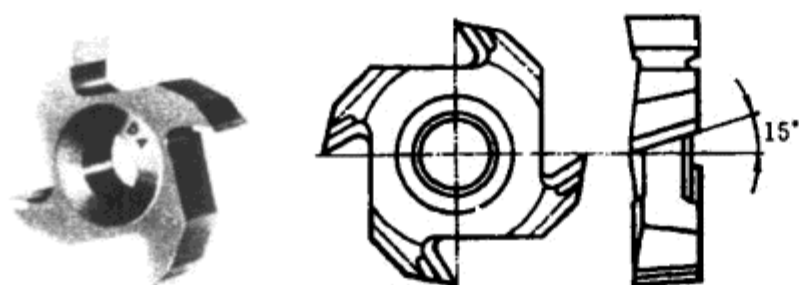


图 13-34 平面铣刀

图13-34为加工小平面或半沟槽的直刃铣刀,为减小切削阻力,改善切削质量,前刀面可斜磨,刀刃相对回转轴倾斜 $\gamma=15^\circ\sim20^\circ$. 该铣刀还常用于加工具有装饰贴面人造板,此时刀刃倾斜方向与贴面配置应按图13-35配置,轴向力将贴面压向板,从而保证质量。

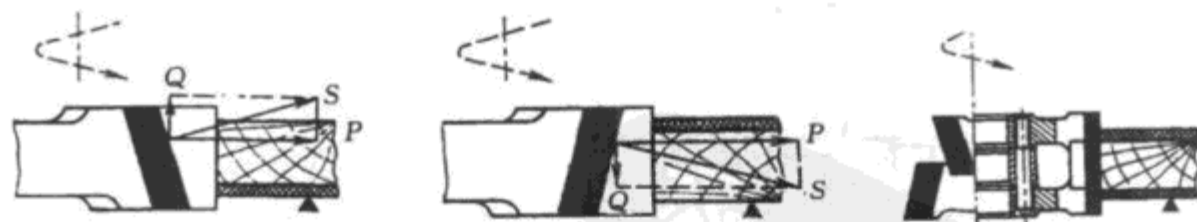


图 13-35 齿面倾斜相对于贴面的位置

图13-36为具有进料速度限制棱的铣刀,限制棱沿半径方向低于切削刃0.8~1.1mm. 限制棱可控制切屑厚度,改善加工面质量,还可防止加工材料反弹,安全性好,尤其适于手工操作. 刃磨时,限制棱也应刃磨。

图13-37为加工指形榫铣刀. 其中图13-37(a)为多齿指形榫铣刀,可加工指榫较

长(10~22mm), 齿距3.8~6.2mm, 刀头直径160~260mm, $n=6000\sim 8000\text{r/min}$ 。图13-37(b)所示的指形棒铣刀, 能加工的指棒较短, 用来在板材的侧边加工指棒, 以便侧边拼合。图13-37(c)为单片二齿指形棒铣刀, 前角 15° , 后角 30° 。按加工零件厚度, 数片铣刀螺旋排列组合使用, 这种指形棒铣刀可以加工棒头长度为15~60mm。以上三种指形棒铣刀一般均刃磨刀齿前面, 以保证指棒尺寸。

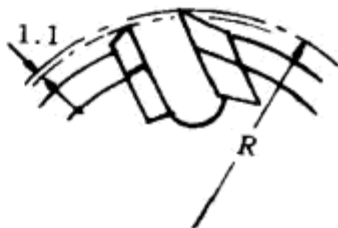


图 13-36 具有限制棱的成形铣刀

图13-38(a)为加工直角箱棒的双齿钩形铣刀。切削部分有三种形式, 图13-38(b)为刀齿斜铲, 斜铲角 $\tau=1^\circ\sim 2^\circ$, 齿背为直线, 刃磨齿背; 图13-38(c)为刀齿侧面内凹, 内凹角 $\lambda=1^\circ\sim 2^\circ$, 齿背为曲线, 刃磨前齿面; 图13-38(d)为刀齿前面具有窄棱, 窄棱宽度1~2mm, 齿背为直线, 刃磨齿背。

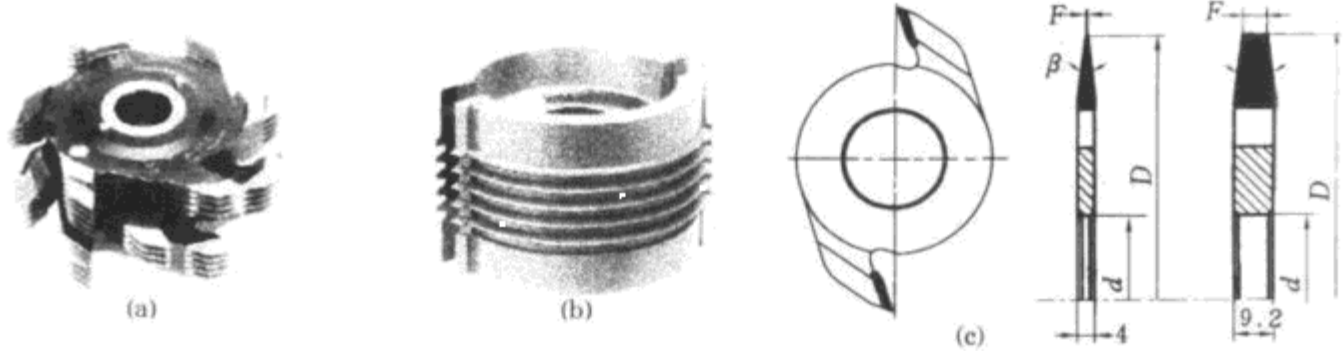


图 13-37 指形棒铣刀

(a) 多齿指形棒铣刀 (b) 短齿指形棒铣刀 (c) 单片二齿指形棒铣刀

(二) 装配铣刀

装配铣刀是将刀片用机械方法装夹固定于刀头上的铣刀。因刀片可以更换, 一只刀头上可装置加工各种型面的刀片, 故其使用范围甚大。

1. 圆柱铣刀

圆柱铣刀用在刨床上加工平面, 习惯上称作刨刀。

(1) 刨刀片 如图13-39所示, 刨刀片为平直状刀具, 分薄刀片与厚刀片两种。厚刀片装于方刀轴上, 铣削厚度差较大的工件, 为便于装夹, 刀片上开有开口(或闭口)槽。薄刀片则装于

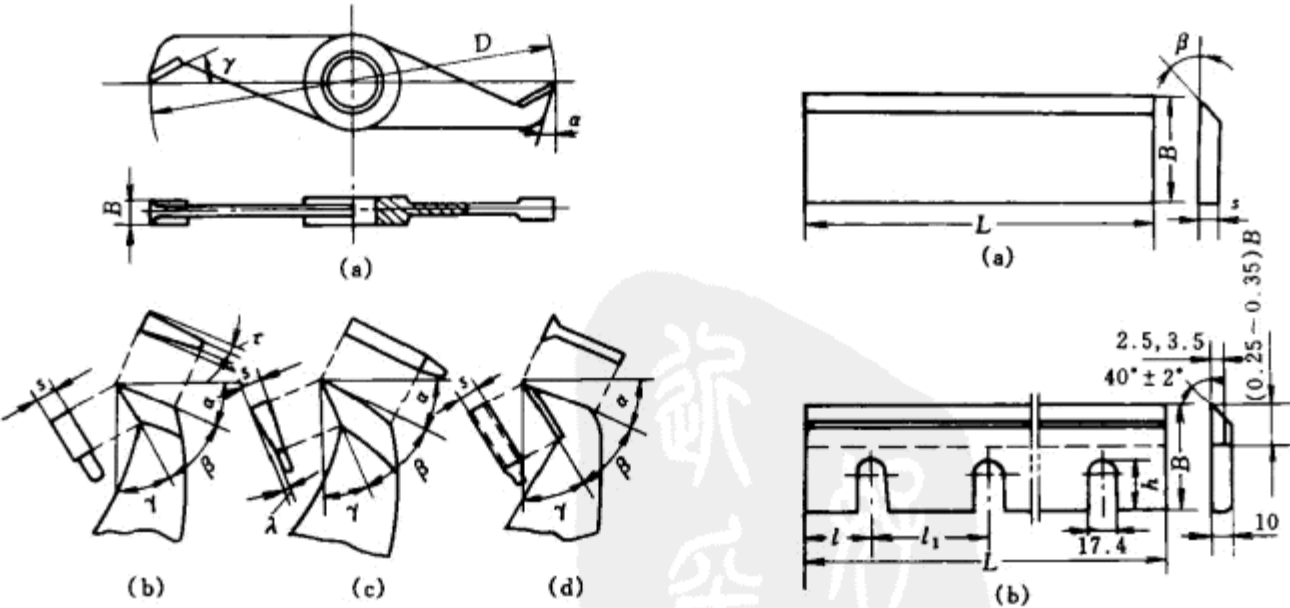


图 13-38 双齿直角棒铣刀及切削部分形状

(a) 双齿直角棒铣刀 (b) 刀齿斜铲 (c) 刀齿内凹 (d) 齿前面具窄棱

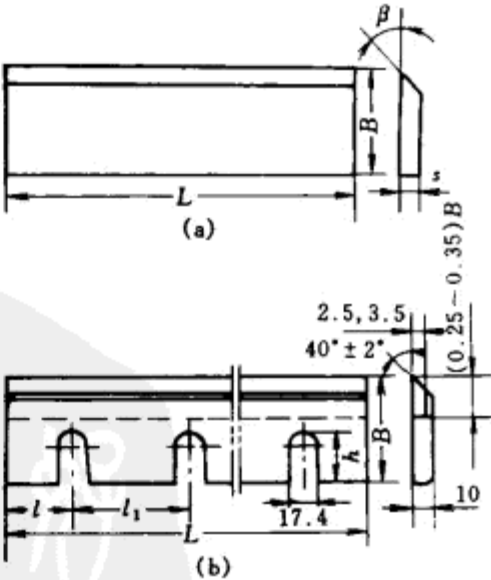


图13-39 刨刀片

(a) 薄刀片 (b) 厚刀片

圆刀轴上使用。

薄刀片的厚度 s 一般为3~4mm,而厚刀片一般为7~10mm。薄刀片的宽度 B 为30、35、40、45mm,而厚刀片为65、70、75……120mm。刀片长度 L 取决于机床规格。薄刀片的楔角 $\beta=40^\circ\sim50^\circ$,而厚刀片 $\beta=35^\circ\sim45^\circ$ 。前角 γ 与机床结构有关, $\gamma=\arcsin\frac{c}{R}$ (式中 R 为铣削半径, c 为刀轴中心至刀前面距离),一般为 $20^\circ\sim30^\circ$ 。刀片其它尺寸,见图13-56。薄刀片若将刀刃作成焊接式,焊接硬质合金片厚度最小为1mm。

(2) 刀轴 刀轴有方形与圆形两种,见图13-40(a)。方刀轴结构简单、制造容易、装刀方便,可装夹不同厚度的厚刀片,见图13-40(b)。但方刀轴夹紧刨刀片不甚牢固,回转时噪声大,且前角值过大(约 40° 左右),所以近年已较多使用圆刀轴。因为圆刀轴夹紧刨刀片可靠,回转噪声较小,允许采用的转速较高(6000r/min)。

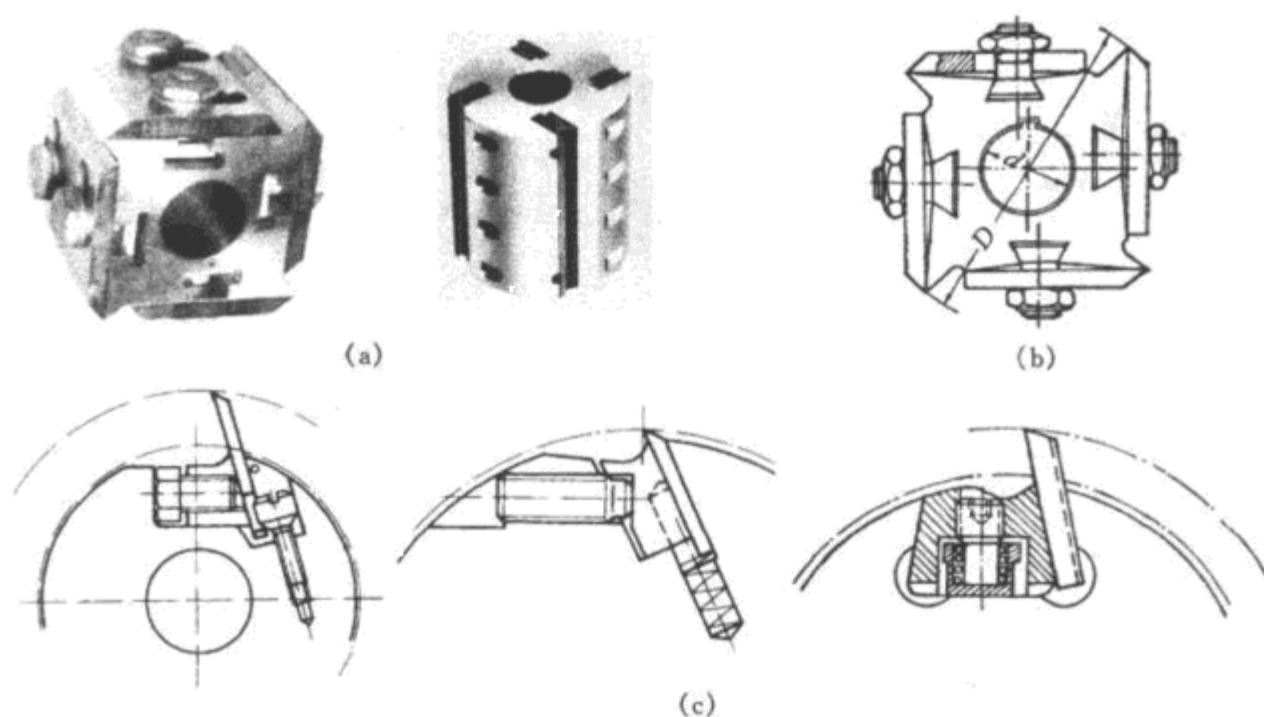


图 13-40 刨刀轴

(a) 刀轴外形 (b) 方刀轴夹紧方式 (c) 圆刀轴夹紧方式

圆刀轴在圆柱体上开有装夹刀片的沟槽,沟槽数有2、3、4、6、8等。刨刀前角随沟槽壁之倾斜度可在 $0^\circ\sim30^\circ$ 范围内调节。圆刀轴刀片的几种固定方式,如图13-40(c)所示。它们皆采用螺钉、楔块夹紧。所不同的是第一种用螺钉调刀片伸出量,调节精度高;第二种采用弹簧调节,比较方便;第三种的夹紧用楔块、螺钉径向配置,封闭性较好,因而回转噪声小,螺钉下面装有止推轴承,增加螺钉转动的灵活性。

(3) 螺旋刨刀 螺旋刨刀的刀刃呈螺旋状,工作时刀刃逐渐切入木材,且一只刀齿尚未脱离时,另一只刀齿已依次切入,因此切削力变化小,刀轴工作平稳,不仅提高了铣削质量,也增加了刀具的耐用度,并降低了噪声。但螺旋刨刀在制造和刃磨上均较为困难。

螺旋刨刀形状,如图13-41所示。图13-41(a)是将分段刀片焊接在按螺旋线分布的分段刀体上,每一小刀片都是直刃平面,避免整体螺旋刀片制造上的困难;图13-41(b)是将分段直刃刀片装夹在螺旋线槽内;图13-41(c)是将薄刀片,用螺旋状楔形压条和夹紧螺钉装夹在刀轴上的螺旋线刀槽中,使刀片扭曲成螺旋状。

(4) 刨刀的调整 刀轴上各刀片的刀尖应力求处于同一切削圆周上,使它们达到相同的切削作用,以提高工作效率和工件加工表面的质量,同时也延长了刀具寿命。所以装刀时,应采

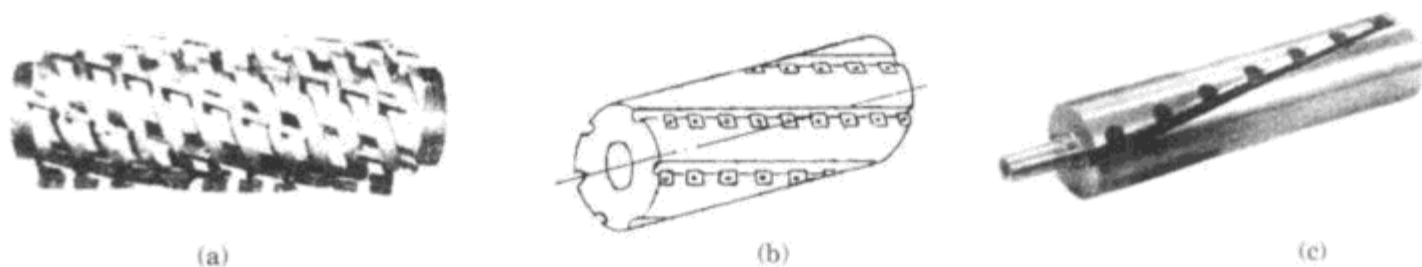


图 13-41 螺旋刨刀

(a) 直刃刀片分段焊接 (b) 直刃刀片分段装夹在螺旋线槽内 (c) 薄刀片整体装夹在螺旋槽内

用对刀样板或仪器。

2. 成形铣刀

装配铣刀用于成形铣削的刀头结构、刀齿形状甚多, 现举例介绍如下。

(1) 方刀头上安装成形平刀片的铣刀 这种铣刀是将成形平刀片用螺栓夹固在方刀头上而构成, 如图13-42所示。其缺点是手工刃磨费工、精度低, 要仔细地平衡与对刀, 并且夹固也不太可靠, 使用不甚安全。但由于这种铣刀制造简单, 成本低, 适用小批量加工要求, 所以在国内一些工厂仍然得以使用。

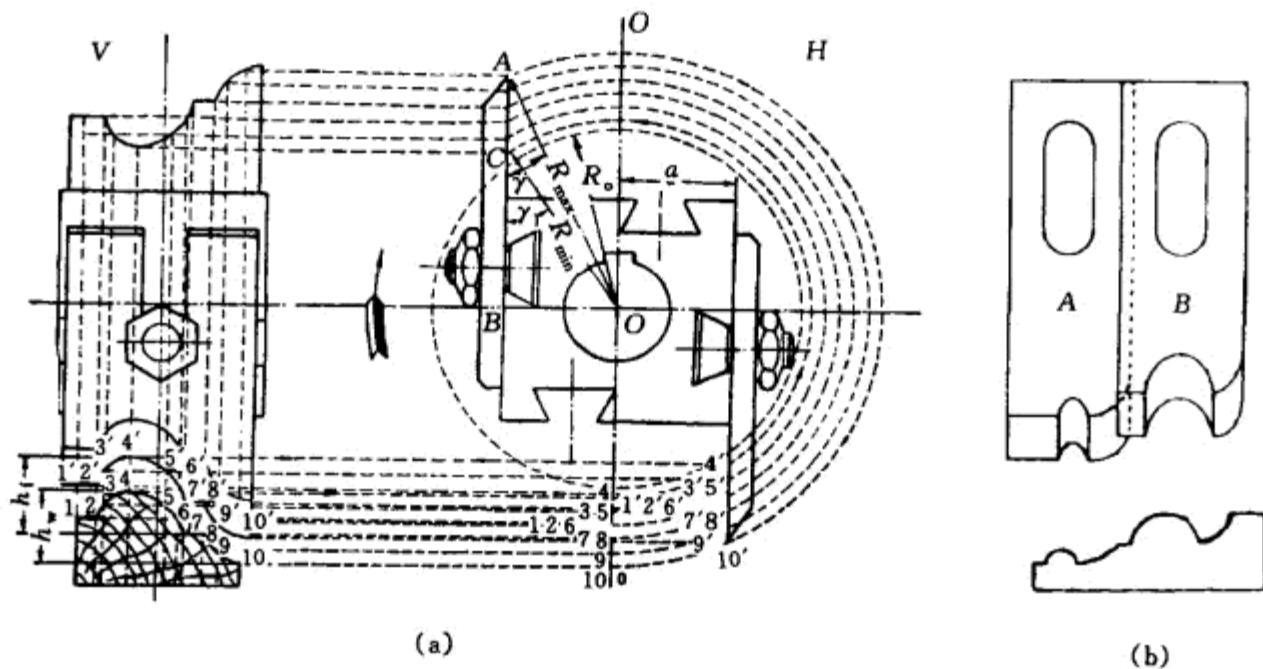


图 13-42 方刀头成形铣刀

(a) 刃口廓形 (b) 刀片组合配置

刀刃各点高度与刀头尺寸有关, 若将以上作图得到的刃型刀片用在尺寸不同的刀头上, 那么加工得到的工件截形尺寸将有所变。

该刀铣削时, 刀片需承受相当的切削阻力, 故刀片应具有一定厚度才能保持足够刚性, 以免切削时刀片振动, 影响加工质量和发生危险。

成形刀片楔角 $\beta=35^\circ\sim45^\circ$ 的大值适用于加工深截形零件。

当零件形状复杂时, 可分段制造刀片, 交替安装于刀头的四面上, 见图13-42(b)。

(2) 圆刀头铣刀 由于上述方刀头的缺点, 新型木工机床大多采用圆刀头结构。其夹固可靠性、封闭性以及能得到合适的前角值等方面, 均比方刀头好。

图13-43(a)为加工零件截形较深的铣刀。当刀头直径为160、180、200mm时, 廓形深度为15、22、30mm。刀片厚度如用高速钢制造时为8mm, 如用司太立合金制造时为10mm。

用期长,材料利用也经济。

这种铣刀使用时,要注意保持装刀尺寸 c 和前角 γ 不变,以保证指形棒尺寸精度。圆形刀齿连同刀头一起刃磨,刃磨前刀面时应保持切削前角 γ 不变。

(5) 转位刀片铣刀 图13-46为装转位刀片的铣刀。转位刀片一般用硬质合金制造,加工软材时也可用高速钢。直接用螺钉或用楔块把刀片装夹在刀头上。因刀片一边刃口用钝后可转位使用,节约了换刀、调刀时间,刀片上各边刃口全用钝后,可集中刃磨或回收。

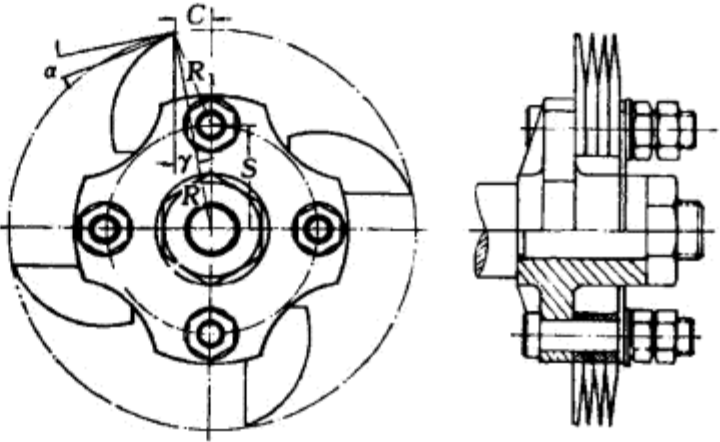


图 13-45 指形棒装配铣刀

图13-46(a)为组合式装转位刀片铣刀,用于刨花板开槽。

图13-46(b)为具直刃刀片与割刀片的转位铣刀,可以在木材或人造板上开浅槽。

图13-46(c)所示刀头,除刀片可转位外,刀片夹持件还可在刀头上转动一定角度,以适应加工具有不同斜角的平面。

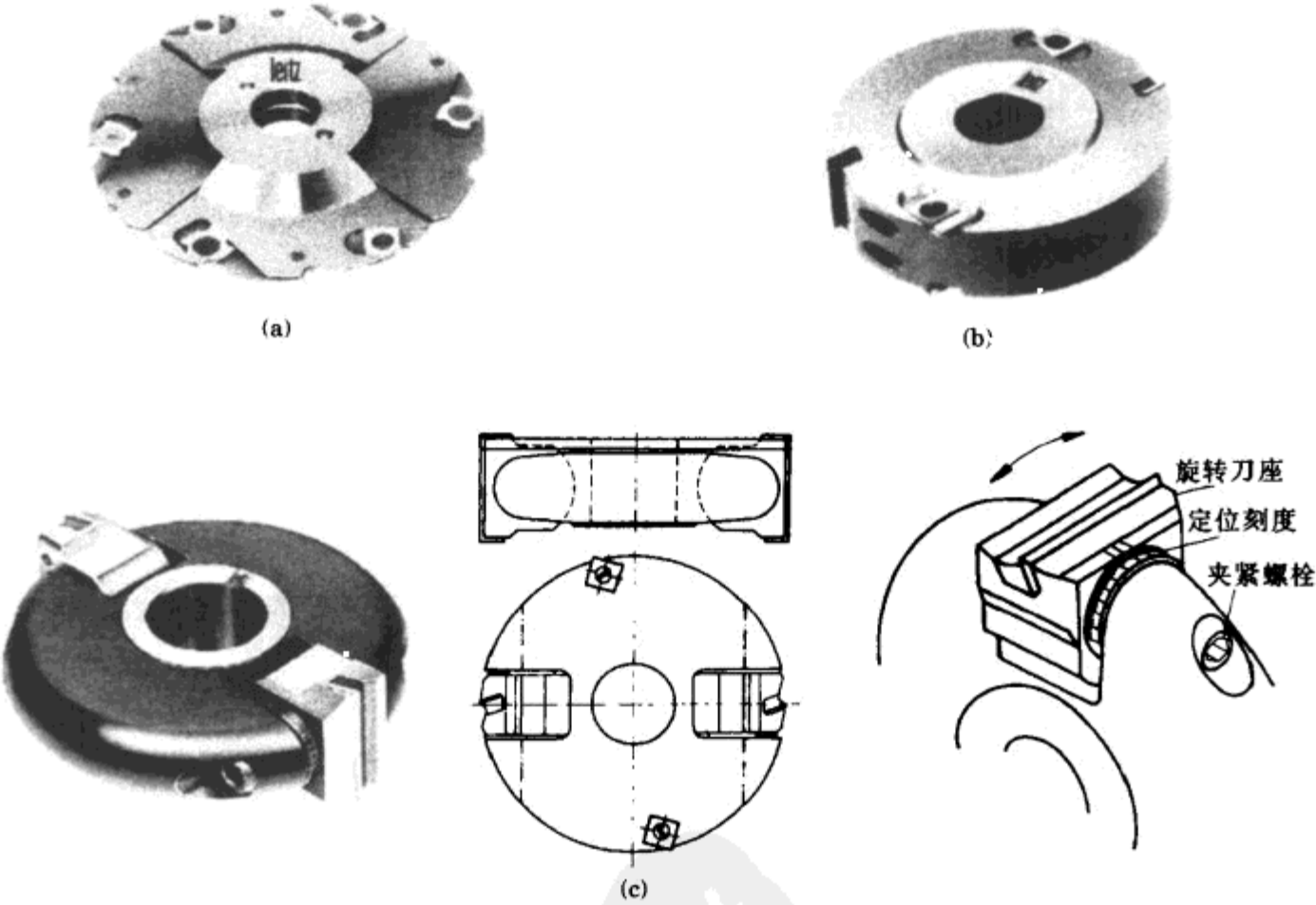


图 13-46 转位铣刀

(a) 组合式 (b) 具直刃刀片与割刀片 (c) 刀片夹持件可转动

(6) 组合铣刀 组合铣刀系将加工不同型面的单个铣刀组合在一起而成,由于不同刃型铣刀的组合,可以加工各种复杂型面。也有的是利用铣刀之间相对位置可以调节,刃磨后可保证配合零件的尺寸精度。

图13-47为加工棒头或棒槽(零件侧面)的组合铣刀,刃磨时仍组合一起磨前刀面,磨后只要将二铣刀相向并拢,则可保证棒槽宽度不变。

图13-48为加工斜角接头组合铣刀。

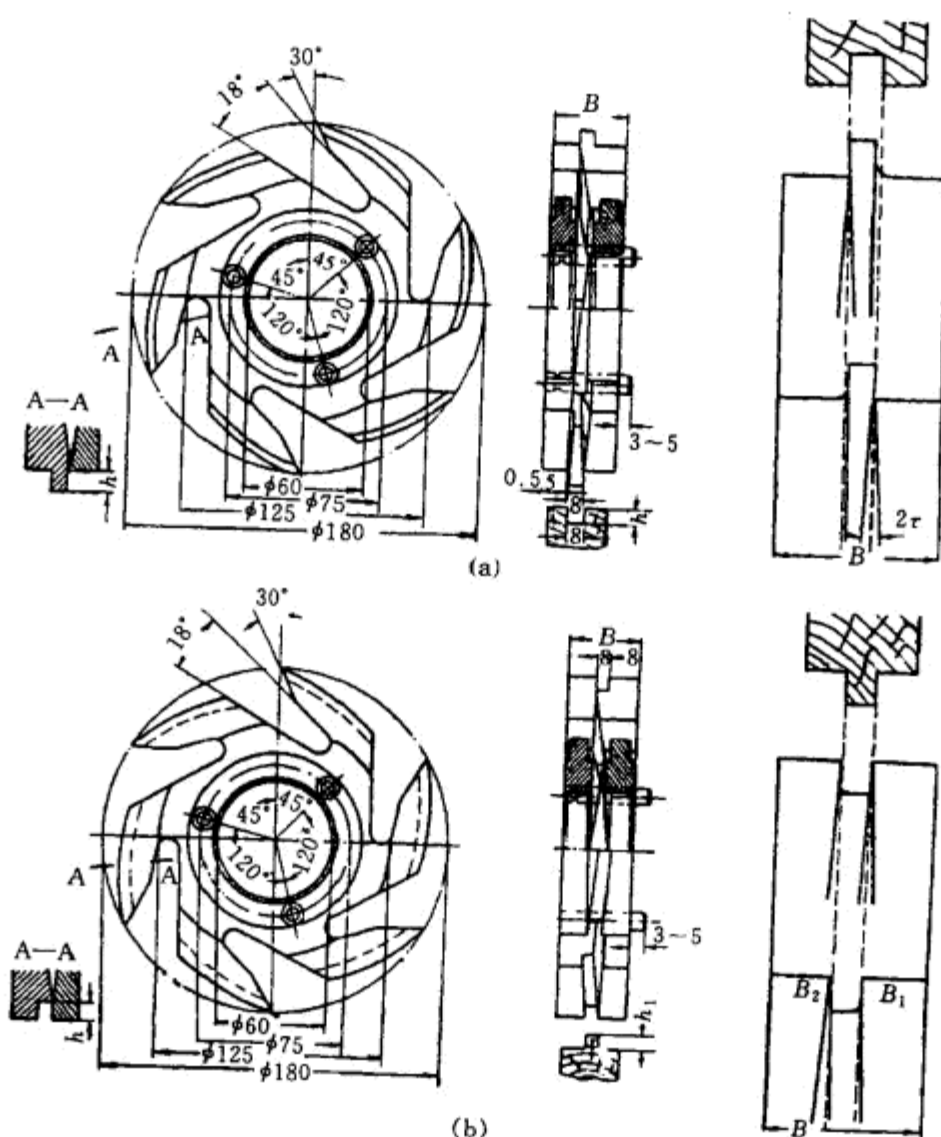


图 13-47 加工棒头或棒槽的组合铣刀

(a) 加工棒槽 (b) 加工棒头

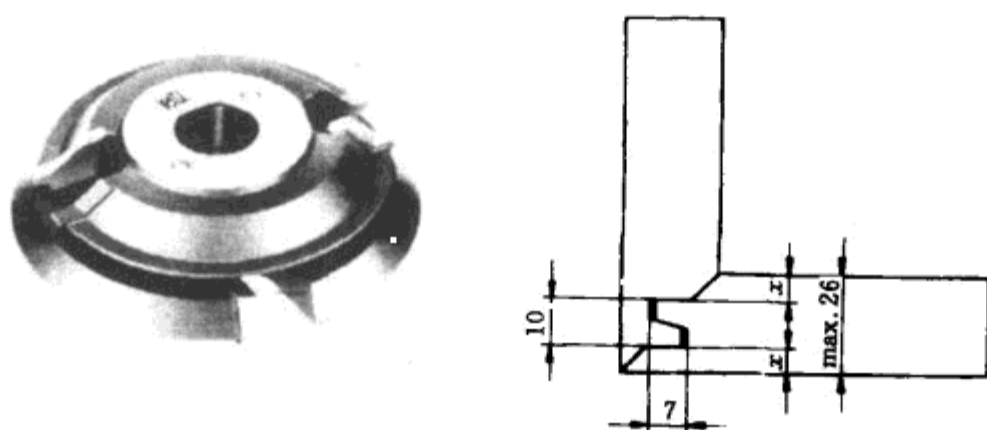


图 13-48 加工斜角接头的组合铣刀

图13-49为加工正反廓形组合铣刀。

(三) 柄铣刀

具有尾柄的铣刀称之为柄铣刀。使用时将尾柄装夹在机床主轴夹头或套筒内。柄铣刀主要用于铣削沟槽或棒槽，也可以成形铣削零件侧面或仿形铣削。

柄铣刀铣削棒槽时，铣刀旋转作主运动的同时，还作二种进给运动：一是沿轴向进给，靠端面加工出槽的深度；二是垂直于铣刀轴线作侧向进给运动，完成棒槽长度的加工。

常用加工棒槽或在零件侧边进行平面铣削的铣刀结构，如图13-50所示。为避免端面与槽底面摩擦，端面后角为 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，并向轴中心线内凹 2° ；为避免侧刃与槽壁摩擦，侧刃后角为 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，前角为 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。

图13-50(a)为非铲齿柄铣刀,即侧刃后面为圆柱面,为获得后角,工作时需偏心装于回转卡盘上。图13-50(b)、(c)为铲齿柄铣刀,即侧刃后面铲制成一定曲线,工作时自然形成后角。

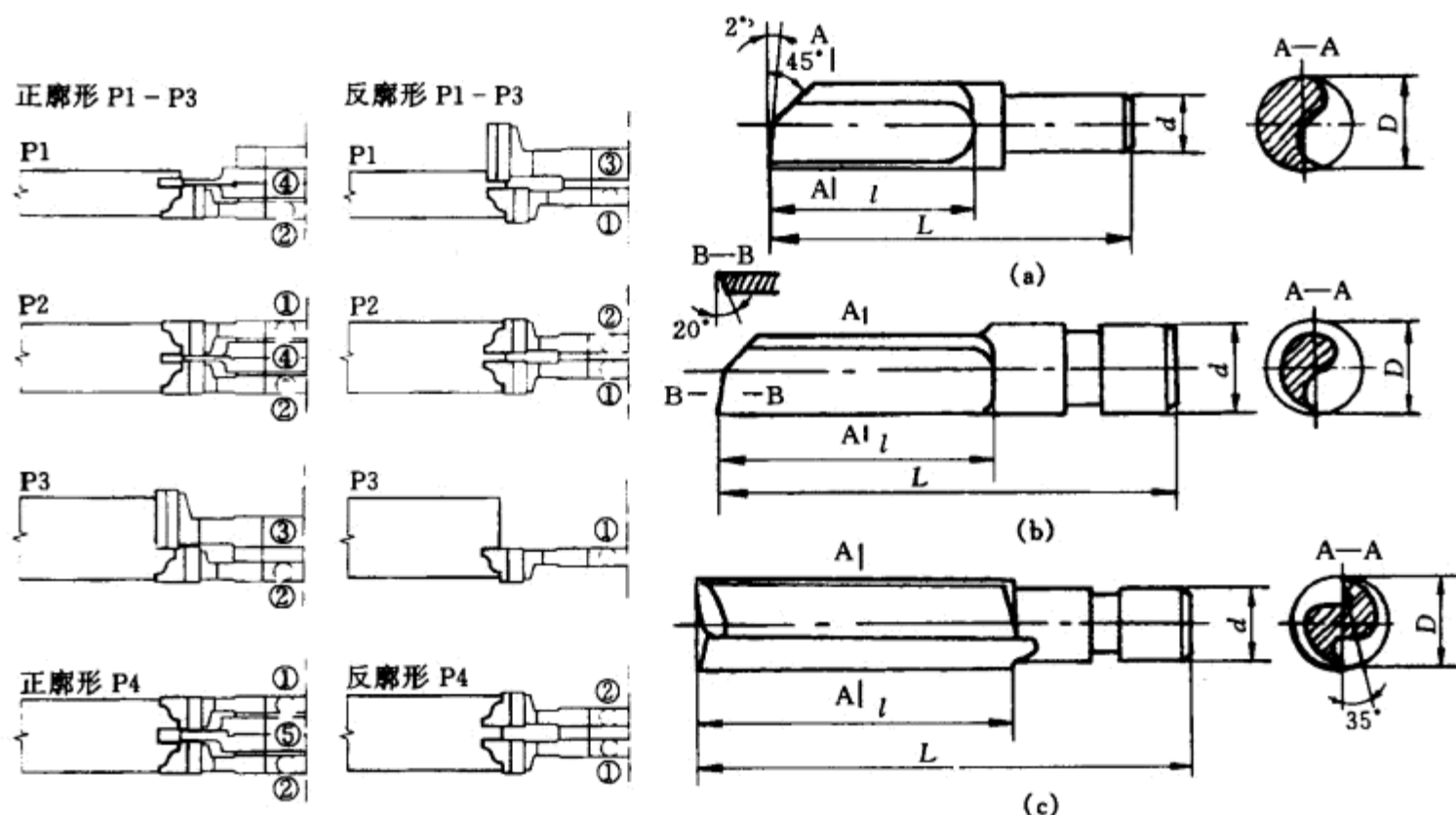


图 13-49 加工正反廓形的组合铣刀

图 13-50 柄铣刀

(a) 非铲齿柄铣刀 (b)、(c) 铲齿柄铣刀

图13-51为几种焊接硬质合金刀片的柄铣刀,近年来得到普遍采用。

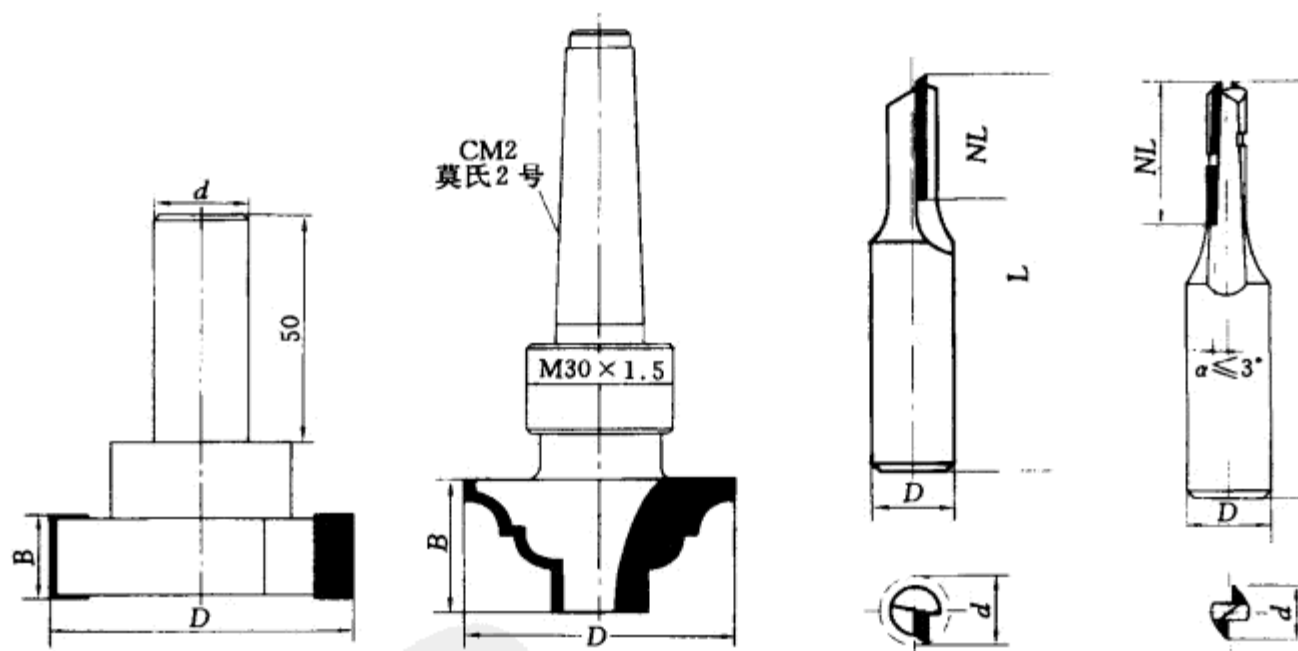


图 13-51 焊接硬质合金刀片柄的铣刀

第四节 钻削原理及钻头

钻削是通过钻头的旋转以及钻头或工件(木材)沿钻头轴线方向的相对直线运动,在工件上加工通孔或非通孔(又称盲孔)的一种切削方式。钻头的旋转运动为主运动,钻头和工件之间沿钻头轴线方向的相对直线运动为进给运动。在木材加工中,钻孔一般是为连接不同零件的需要而进行的加工工序。因此,钻孔质量的好坏直接影响到零件的连接强度和质量。

一、钻削原理

(一) 钻头的结构及钻削种类

1. 钻头的结构

如图13-52(a)所示,钻头由三大部分组成,即工作部分、颈部(钻颈)、尾部(钻柄)。

钻头的工作部分又分为切削部分和导向部分。切削部分由前刀面、后刀面、主切削刃、横刃、沉割刃、导向中心等部分组成。

钻头的导向部分,有的是圆柱体结构,有的是螺旋体结构。螺旋体钻头有螺旋槽,能够更好地容屑和排屑。

作为钻头的结构要素还有:直径 D 、锋角 2ϕ 、螺旋角 ω 、前角 γ 、后角 α 、横刃斜角 ε 等。

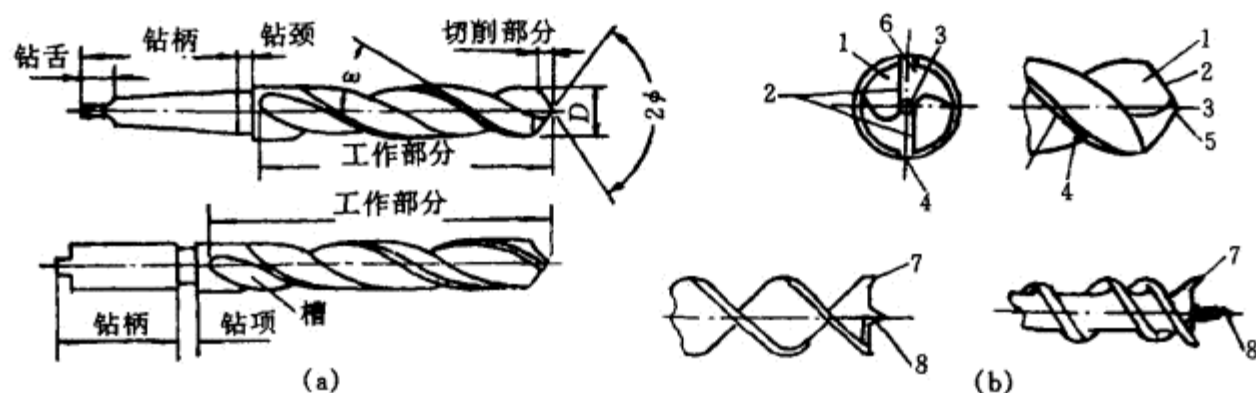


图 13-52 钻头的结构

(a) 钻头的组成 (b) 切削部分的形状及组成

1—排屑槽 2—主刃 3—横刃 4—棱边 5—副刃 6—后刀面 7—沉割刃 8—导向中心

2. 钻削种类

根据相对于木材纤维方向的钻孔方向,钻削分为横纹钻削和顺纹钻削两种。钻孔方向垂直于木材纤维方向的钻削,称为横纹钻削,如图13-53(a)所示。横纹钻削时要采用锋角 $2\phi = 180^\circ$ 、具有沉割刃的钻头,此时沉割刃作端向切削把孔壁的纤维先切断,然后主刃纵横向切削孔内的木材,从而保证了一定的孔壁质量。钻孔方向与木材纤维方向相一致的钻削,称为顺纹钻削,如图13-53(b)所示。用做纵纹钻削的钻头,刃口相对于钻头的轴线倾斜,锋角 $2\phi < 180^\circ$,即锥形刃磨的钻头,这时刃口呈端横纹切削而不是纯端纹切削。

(二) 钻削运动学和切屑几何学

钻削时,钻头绕自身的轴线旋转,为主运动;同时钻头或工件沿钻头轴线方向的相对移动,为进给运动。两个运动的合成,使刃口各点的轨迹成为如图13-54所示的圆柱螺旋线。

刃口各点的主运动速度随

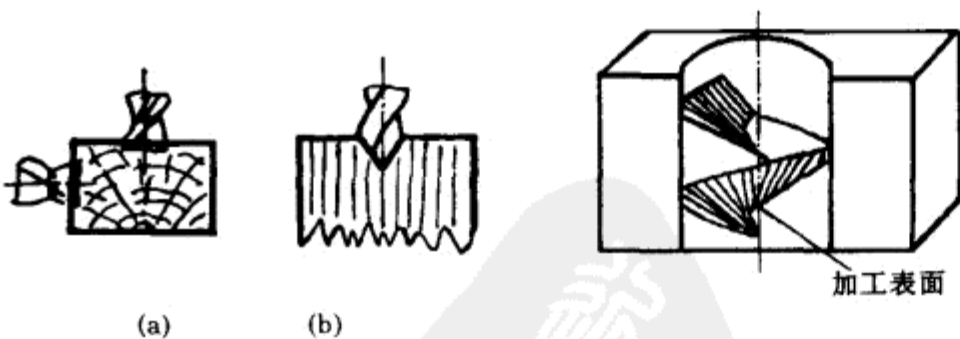


图 13-53 钻削种类

(a) 横纹钻削 (b) 顺纹钻削

图13-54 钻削时的加工表面

刃口各点的半径 R 不同而不同。周边的主运动速度最大,中心的为零,即

$$\text{周边的主运动速度: } v = \frac{\pi D n}{6 \times 10^4}$$

$$\text{中心的主运动速度: } v_0 = 0$$

平均主运动速度:
$$v_{av} = \frac{\pi D n}{2 \times 6 \times 10^4}$$

进给速度:
$$u = \frac{u_n n}{6 \times 10^4} = \frac{u_z z n}{6 \times 10^4}$$

式中 v, v_o, v_{av} ——分别为钻头的周边、中心及平均主运动速度, m/s

n ——钻头的转速, r/min

D ——钻头的直径, mm

u ——进给速度, m/min

u_n ——每转进给量, mm。软材 $u_n = 0.7 \sim 2.2$ mm; 硬材 $u_n = 0.1 \sim 0.5$ mm

u_z ——每齿的进给量, mm

z ——钻头刃口数, 即齿数

由于钻削时刃口各点的切削轨迹为螺旋线, 如图13-55所示, 故钻削时工作后角 α_w 不同于标注后角(或称刃磨后角) α 。由图可得出:

$$\alpha_w = \alpha - \alpha_m$$

式中 α_m ——运动后角, 可由下式求得:

$$\alpha_m = \arctg \frac{u}{v} = \arctg \frac{u_n}{2\pi R}$$

由上式可知, 随着钻头切削圆半径 R 的减小, 运动后角 α_m 增大。因此, 在标注后角 α 一定的条件下, 愈接近钻头中心处, 刃口的工作后角 α_w 愈小, 而运动后角 α_m 愈大。

因此, 要想得到允许的工作后角, 必须有足够的标注后角。特别是要想保证钻头中部有正常的切削条件, 顺纹钻削的钻头可采取锥形刃磨的方法, 使标注后角从周边向中心逐渐增大; 横纹钻削的钻头必须选择适当的钻头名义角度: 后角 $\alpha = 15^\circ \sim 20^\circ$, 前角 $\gamma = 40^\circ \sim 50^\circ$ 。

钻削时切屑是连续的螺旋带状, 切屑厚度由每齿进给量和切削刃与钻头轴线倾斜角度决定, 如图13-56所示。切屑的名义尺寸如下:

纵向钻头钻削时的切屑厚度:

$$e = u_z \sin \frac{2\phi}{2} = u_z \sin \phi$$

横向钻头钻削时, 因为 $2\phi = 180^\circ$, 故切屑厚度为:

$$e = u_z$$

切屑宽度:

$$b = \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{\sin \phi} = \frac{D}{2 \sin \phi}$$

$$l_o = 0;$$

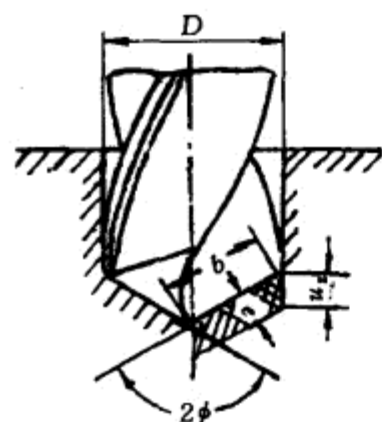


图 13-56 切屑的几何参数 切屑长度: 中心处

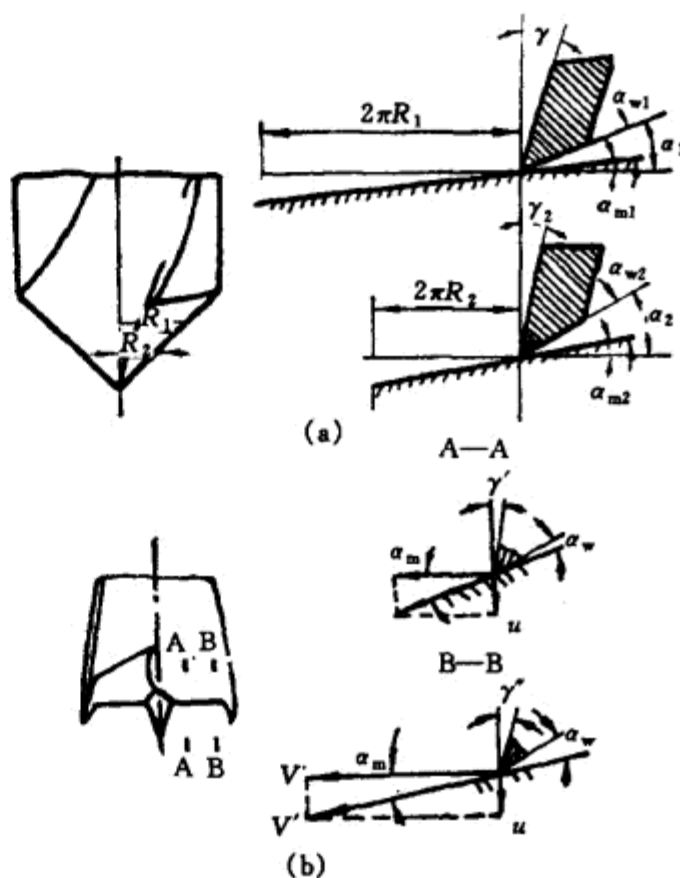


图 13-55 钻头的工作后角 α_w 和标注后角 α
(a) 锥形刃磨的钻头 (b) 横纹钻削的钻头

周边处
切屑平均长度:

$$l = \pi D$$

$$l_{av} = \frac{\pi D}{2}$$

以上各式中 D ——钻头的直径, mm

u_z ——钻头的每齿进给量, mm

n ——钻头的转速, r/min

2ϕ ——钻头的锋角, ($^\circ$)

e 、 b 、 l_{av} ——分别为切屑的厚度、宽度和平均长度, mm

二、钻 头

钻头用于加工圆柱形的通孔或盲孔、钻去木节和钻圈等。钻头的结构决定于它的工作条件: 相对于纤维的钻削方向、钻孔直径、钻孔深度以及所要求的加工精度和生产率。钻头的结构有多种, 以满足不同的要求。

1. 硬质合金中心钻

图13-57为具有沉割刀和导向中心的硬质合金中心钻。钻头端部具有两条主刃用以切削木材。两条沉割刀凸出主刃水平面之上0.5mm, 用来先切开孔的侧表面, 避免孔壁纤维撕裂。此钻头普遍用于加工各种木材和木质材料。钻头直径 $D=24\sim 40$ mm。

2. 齿形沉割刀中心钻

图13-58为具有齿形沉割刀的中心钻头。其齿形沉割刀几乎沿钻头整个周边分布, 钻头只有一条水平的主刃。这种钻头通常固定在刀盘上, 钻柄为圆柱形, 主要用于横纤维钻削不深的孔, 钻木塞及钻削胶合板的孔等。

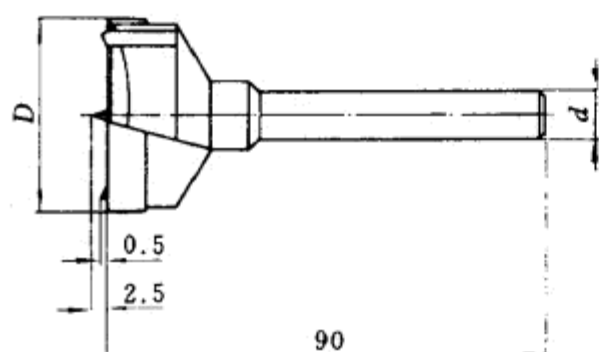


图 13-57 硬质合金中心钻



图 13-58 齿形沉割刀钻头

3. 螺旋钻

具有螺旋工作部分的钻头叫螺旋钻, 按其形状分三种: 螺旋钻、蜗旋钻和螺旋起塞钻。

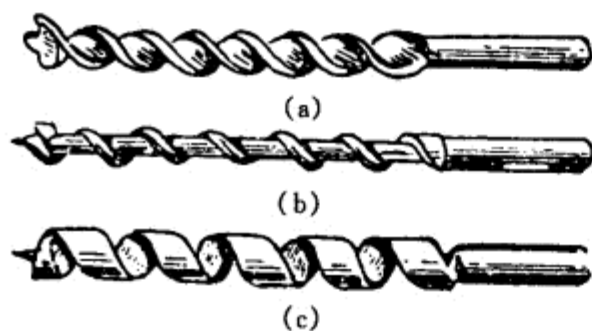


图 13-59 螺旋钻

(a) 螺旋钻 (b) 蜗旋钻 (c) 螺旋起塞钻

螺旋钻是在同一圆柱杆上按螺旋线开出两条方向相反的半圆槽, 如图13-59(a)所示。这半圆槽在端部形成两条工作刃。螺旋钻排屑容易, 可用于钻深孔。螺旋角 $\omega=40^\circ\sim 50^\circ$ 。端部具有沉割刀的螺旋钻用于横向钻削。螺旋钻还有长短之分, 短螺旋钻用来钻削直径较大而又不深的孔; 长螺旋钻供钻深的通孔用。

蜗旋钻是圆柱形杆体的钻头, 围绕其杆体绕出一条螺旋棱带。棱带在端部构成一条工作刃口, 在端部的另一条工作刃是由很短仅一圈的螺旋棱带线构成

的,如图13-59(b)所示。由于这种钻头的强度较大并且螺旋槽和螺距大,因而它的容屑空间大,易排屑,适于钻深孔。方凿开榫机(又称打眼机)上使用的方凿,其方壳中的钻芯就是螺旋钻。

螺旋起塞钻是把整个杆体绕成螺旋形状构成工作刃的钻头,它无钻心,如图13-59(c)所示。这种钻头容纳切屑的空间特别大,排屑最好,适合于钻深孔。但是,由于只有一条刃口,造成钻削时单面受力,钻头容易偏歪,此外,强度也较弱。

4. 麻花钻

麻花钻是螺旋钻的一种,它与其它螺旋钻相比,螺旋体的形状不同。图13-60(a)为用于顺纤维钻削的硬质合金麻花钻,其螺旋带较大,经过多次刃磨后仍能保持切削部分的尺寸、形状和角度不变。图13-60(b)为用于横纤维钻削的硬质合金麻花钻,具有沉割刀和导向中心。

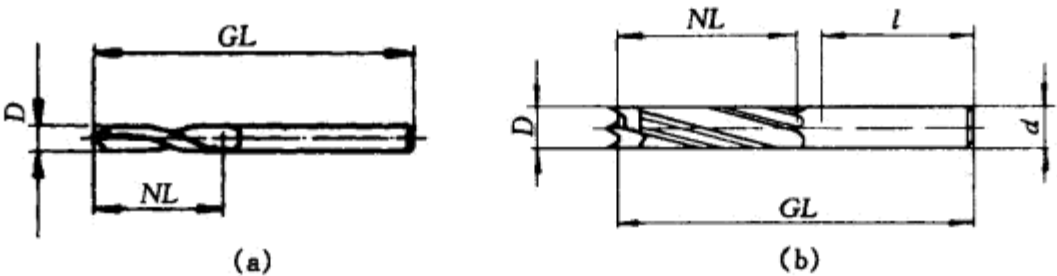


图 13-60 硬质合金麻花钻
(a) 顺纤维钻削 (b) 横纤维钻削

5. 扩孔钻

扩孔钻用做局部加工、扩孔或成型加深。

图13-61(a)为具有90°锥角硬质合金锥形扩孔钻。刀刃背面铲齿,刃口可重磨。用于扩孔钻削具90°锥角的孔。

图13-61(b)为具有钻头的复合扩孔钻,用于钻孔同时扩孔。复合扩孔钻的钻头采用麻花钻,与扩孔钻之间采用紧定螺钉固定,为可拆卸式连接方式。复合扩孔钻的扩孔钻具有两种形式:一是具有90°锥角扩孔钻;二是具有180°的平头扩孔钻。钻孔时扩出阶梯形圆柱孔,安装时要将螺旋槽与麻花钻头的螺旋槽对齐,以便于排屑。

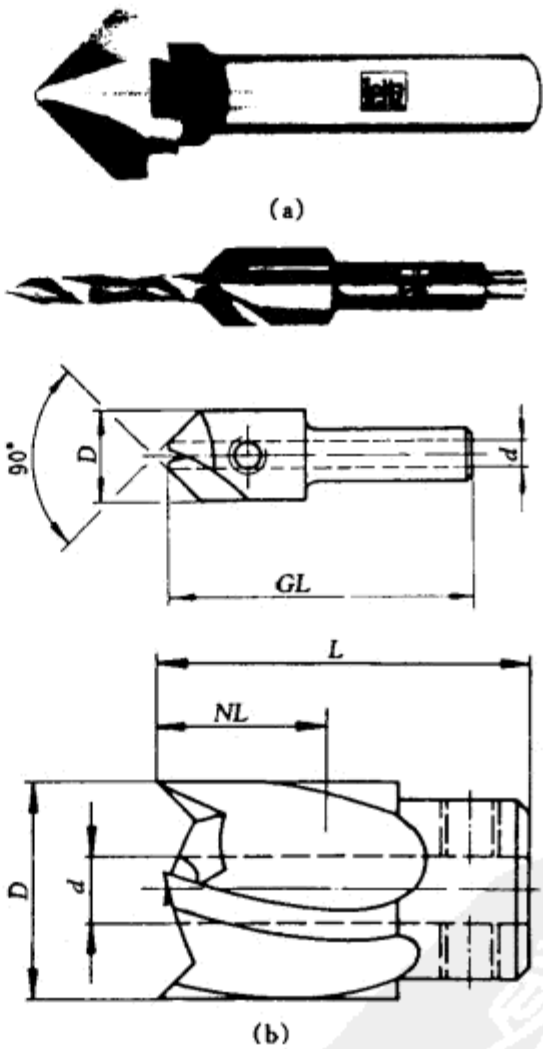


图 13-61 扩孔钻
(a) 锥形扩孔钻 (b) 具有钻头的复合扩孔钻

第十四章 机械传动基础知识

第一节 概 述

一、机械与机械传动

机械是用于转换或利用机械能的装置。机械通常由原动机、传动装置及工作机构三个部分组成。

原动机是将其它形式的能量转换为机械能的一种动力装置。在家具木工机械中最常见的原动机为电动机,它将电能转换为机械能。

工作机构是利用机械能作功的装置。用以改变工件的形状、位置和性质的机构。如各种木工机床的切削机构、进给机构、涂饰机械的喷头架等都属于工作机构。

传动装置是将原动机的运动和动力传递给工作机构的中间装置。在家具木工机械中,有的将电动机与工作机构直接连在一起进行工作,不需要其它的传动装置;有的在原动机与工作机构之间装有一套完整的传动装置,其作用是:①传递运动和动力,原动机的运动和动力通过传动系统分别传至各工作机构。②改变运动形式,一般原动机的运动形式为旋转运动,通过传动系统可将旋转运动改变为工作机构所需的运动形式。例如横向卧式刨切机中刀床的往复直线运动。③调节运动速度,通过传动系统可以将原动机的运动速度改变为工作机构所需的运动速度。例如将原动机的高转速调节成压刨床中进给滚筒的低转速。通常,根据工作机构的需要传动系统有匀速、变速、反向、离合等作用。

机械传动仅是传动装置形式中的一种,常用的有带传动、链传动、齿轮传动等。

二、机械传动中的主要传动参数

机械传动中的主要传动参数有:转速(n)、圆周速度(v)、传动比(i)、功率(P)、效率(η)和转矩(M)。

1. 转速和传动比

主动轮与从动轮转速之比称为传动比,用符号 i 表示。如主动轮转速为 n_1 ,从动轮转速为 n_2 ,则传动比 i 为:

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

为了获得较大的传动比,一般都要采用多级传动,多级传动的传动比等于各级传动比的连乘积,公式为:

$$i_{\text{总}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdots i_n$$

2. 圆周速度

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{6 \times 10^4}$$

$$v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{6 \times 10^4}$$

式中 v_1, v_2 ——分别为主、从动轮的圆周速度, m/s

d_1, d_2 ——分别为主、从动轮的直径, mm

n_1, n_2 ——分别为主、从动轮的转速, r/min

如果不考虑传动元件之间的打滑, 则 $v_1 = v_2$ 。

3. 转矩

转矩是确定轴的材料、结构尺寸的一个重要依据, 它与功率成正比, 用公式表示为:

$$M_1 = 9550 \frac{N_1}{n_1}$$

$$M_2 = 9550 \frac{N_2}{n_2}$$

式中 M_1, M_2 ——分别为主、从动轮的转矩, N·m

n_1, n_2 ——分别为主、从动轮的转速, r/min

N_1, N_2 ——分别为主、从动轮的功率, kW

将 $i = n_1/n_2, \eta = N_2/N_1$ 代入上式, 得 $M_2 = M_1 \cdot i \cdot \eta$

4. 功率与效率

传动机构的输出功率与输入功率之比称为该机构的效率。设主动轮的输入功率为 P_1 、从动轮的输出功率为 P_2 , 则效率为:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

效率 $\eta < 1$ 。比值愈小, 说明功率的损耗愈严重。传动机构的总效率等于各级传动效率的连乘积, 其公式为:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdots \eta_n$$

第二节 带 传 动

带传动由主动轮、从动轮和挠性带所组成。工作时, 依靠带和带轮轮缘接触面间产生的摩擦力来传递运动和动力的一种机械传动, 如图14-1所示。带传动根据带的剖面形状不同, 可分为平带传动、V带传动、圆带传动、多楔带传动和同步带传动。平带传动和V带传动应用最广; 圆带传动只能传递很小的功率; 多楔带传动兼有平带传动和V带传动的优点, 传动平稳, 结构尺寸小; 同步带内侧有齿, 与带轮面上的凹槽相嵌合, 所以兼有链传动的优点, 传动比准确, 轴上压力小, 但对制造和安装要求较

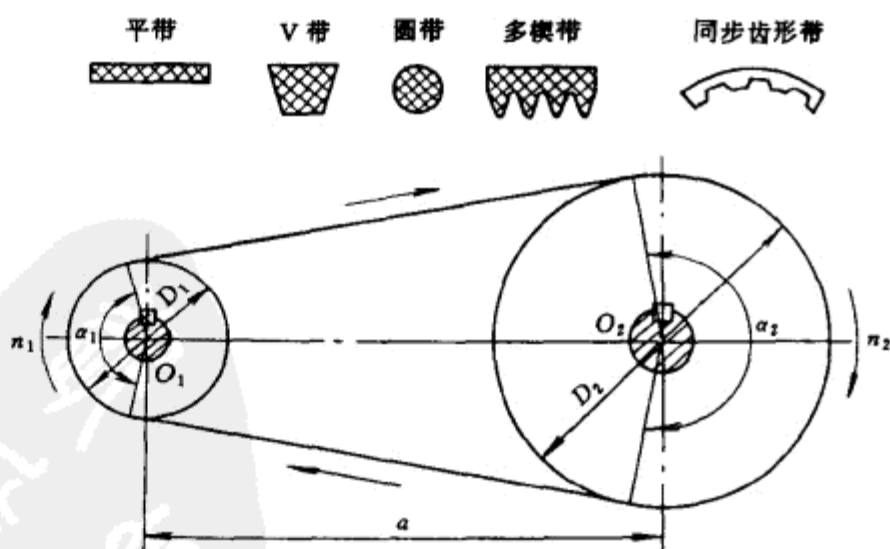


图 14-1 带传动

高。常用的平带和V带传动相比较,在相同条件下,V带的传动能力约为平带的3倍,能传递较大的功率。

带传动的优点是:①传动带富有弹性,能缓和冲击和振动,传动平稳,噪声小;②过载时将引起带在带轮上打滑,因而可防止其它零部件的损坏,起安全保护作用;③可适用于两轴中心距较大的场合;④结构简单,制造容易,维护方便。其缺点是:①由于有弹性滑动,使传动效率低,且不能保证精确的传动比;②传递同样大的圆周力时,轮廓尺寸和轴上的压力都比啮合传动大;③带的寿命较短。

一、平带传动

1. 平带传动形式

平带传动的常见形式有三种,如图14-2所示。

(1) 开口传动 用于两轴轴线平行,且回转方向相同的场合,其传动比 $i_{\max}=5$ 。

(2) 交叉传动 用于两轴轴线平行,且回转方向相反的场合,其传动比 $i_{\max}=6$ 。

(3) 半交叉传动 用于两轴轴线既不平行又不相交的场合。一般情况下,两轴轴线相互垂直。传动时,为防止平带从带轮上滑下来,进入带轮的那一段平带的中心线必须包含在该带轮的中心平面内,而这段平带对所离开的带轮的中心平面,则可偏斜一个不大的角度 γ ,但 $\gamma \leq 25^\circ$ 。半交叉式传动的传动比 $i_{\max}=3$,不能逆向转动。

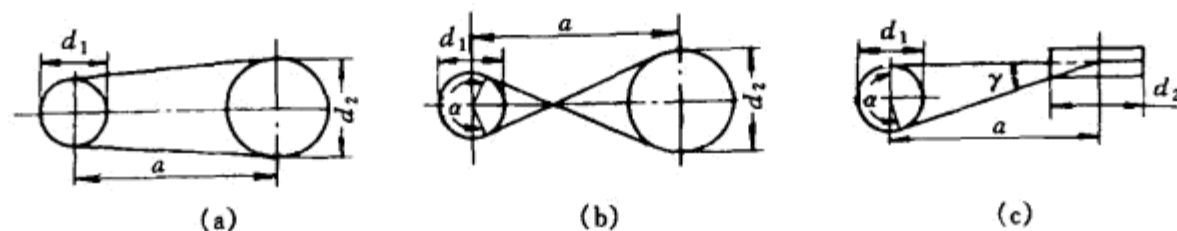


图 14-2 平带传动的常见形式

(a) 开口传动 (b) 交叉传动 (c) 半交叉传动

2. 平带传动的主要参数

(1) 传动比 在平带传动中,先转动的带轮1称为主动轮,被主动轮带动而转动的带轮2称为从动轮。其传动比为:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

式中 d_1, d_2 ——分别为主、从动轮的直径,mm

n_1, n_2 ——分别为主、从动轮的转速,r/min

如果有几对带轮组成的传动,则可用下式计算:

$$i = \frac{n_1}{n_m} = \frac{d_2}{d_1} \times \frac{d_4}{d_3} \times \frac{d_6}{d_5} \times \dots$$

式中 d_1, d_m ——分别为第一只、第 m 只带轮的直径,mm

n_1, n_m ——分别为第一只、第 m 只带轮的转速,r/min

由上式可知,总的传动比等于各对带轮的传动比的连乘积。

(2) 带轮的包角 带轮的包角就是带与带轮接触面的弧长所对应的中心角 α ,如图14-1所示。包角愈大,接触的弧就愈长,所产生的摩擦力总和就愈大,传递能力也就愈大。包角 $\alpha \geq 120^\circ$ 。由于大带轮的包角总比小带轮的包角大,所以一般验算小带轮的包角 α ,验算公式请

参见机械设计手册。如果小带轮的包角 $\alpha < 120^\circ$,可适当调整中心距或应用张紧轮。

(3) 平带的几何长度 平带的几何长度计算公式请参见机械设计手册。在实际应用时,还应考虑带装在带轮上的张紧量、垂悬度(中心距较大时)和带的接头量。

二、V带传动

V带传动用于两轴中心距不大的场合,其中心距一般为0.4~5m,线速度为5~25m/s,传动比 $i \leq 7$,传动功率最大可达40kW,一般多用于电动机到工作机的首级传动。

(一) V带的结构、型号与传动特点

1. V带的结构、型号

V带是没有接头的环形带,截面形状为梯形,两个侧面是工作面,夹角 $\phi = 40^\circ$ 。标准V带分为帘布结构和线绳结构两种。图14-3(a)所示为帘布结构,由伸张层1(胶料)、强力层2(胶帘布)、压缩层3(胶料)和包布层4(胶帆布)组成。图14-3(b)所示为线绳结构,由伸张层1(胶料)、强力层2(胶线绳)、压缩层3(胶料)和包布层4(胶帆布)组成。一般用途的V带主要采用帘布结构。线绳结构比较柔软,弯曲疲劳性能也较好,但拉伸强度低,通常仅适用于载荷不大、小直径带轮和转速较高的场合。

根据国家标准(GB 11544—1989),国产的V带有普通V带和窄V带两类。普通V带分为Y、Z、A、B、C、D、E七种型号;而线绳结构的V带,目前只生产Y、Z、A、B四种型号。Y型V带的截面积最小,E型的截面积最大。V带的截面积愈大,则其传递的功率也愈大。生产现场中使用最多的是Z、A、B三种型号。窄V带分为SPZ、SPA、SPB、SPC四种型号。

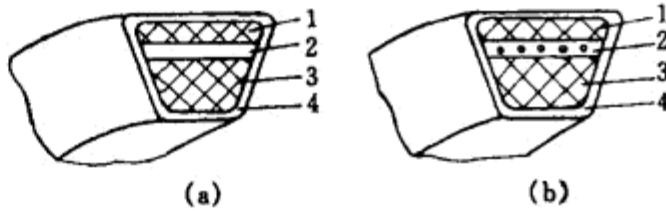


图 14-3 标准V带的结构

(a) 帘布结构 (b) 线绳结构

1—伸张层 2—强力层 3—压缩层 4—包布层

V带具有一定的厚度,当V带受弯曲时,胶带外层受拉伸而伸长,胶带内层受压缩而缩短,只有在两者之间中性层的长度保持不变,称为节面。带的节面宽度称为节宽,用 b_d 表示。当带弯曲时,节宽 b_d 保持不变。在V带轮上,与所配用V带的节宽 b_d 相对应的带轮直径称为基准直径 d_d (见表14-2中的插图)。V带在规定的张紧力的作用下,位于测量带轮基准直径 d_d 上的周线长度称为基准长度 L_d ,它是V带传动几何尺寸计算中所用的带长,为标准值。V带各型号的长度系列如表14-1所示。

V带的型号和基准长度都压印在胶带的外表面上,以供识别和选用。例如: B2240,即表示B型V带,基准长度 $L_d = 2240\text{mm}$ 。

表 14-1 普通V带的基准长度系列(GB 11544—1989) 单位: mm

	200	224	250	280	315	355	400	450	500	560
基准长度 L_d 系列	630	710	800	900	1000	1120	1250	1400	1600	1800
	2000	2240	2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000	5600
	6300	7100	8000	9000	10000	11200	12500	14000	16000	

2. V带传动的特点与使用范围

V带传动与平带传动一样,都是依靠传动带与带轮之间的摩擦力传递运动和动力。但V带是利用带和带轮梯形槽面之间的摩擦力来传递动力的,所以传递的能力比平带大,一般在相同条件下,可增大3倍。V带传动多用于开口式的形式,它的传动比、带轮包角、胶带几何长度的

计算,均与平带开口式相同。

V带传动具有下列特点:①结构简单,适用于两轴中心距较大的传动场合(中心距比平带传动小);②V带无接头,传动平稳,无噪声,能缓冲、吸振;③过载时V带将会在带轮上打滑,可防止薄弱零部件损坏,起到安全保护作用;④V带传动不能保证精确的传动比。

(二) V带传动的选用

V带传动的选用方法,一般可按以下几个步骤进行。

1. 确定计算功率 N_c

计算功率 N_c 是根据传递的额定功率 N (例如电动机的额定功率),并考虑到载荷性质和每天运转时间长短等因素的影响而确定的。

2. 选用V带型号

V带型号的选用,主要是根据计算功率 N_c 和主动轮的转速 n_1 ,按图14-4确定。若传递的功率一定,选用的V带型号愈小,则单根带所传递功率的能力也就愈小,所需用的V带根数就要愈多。

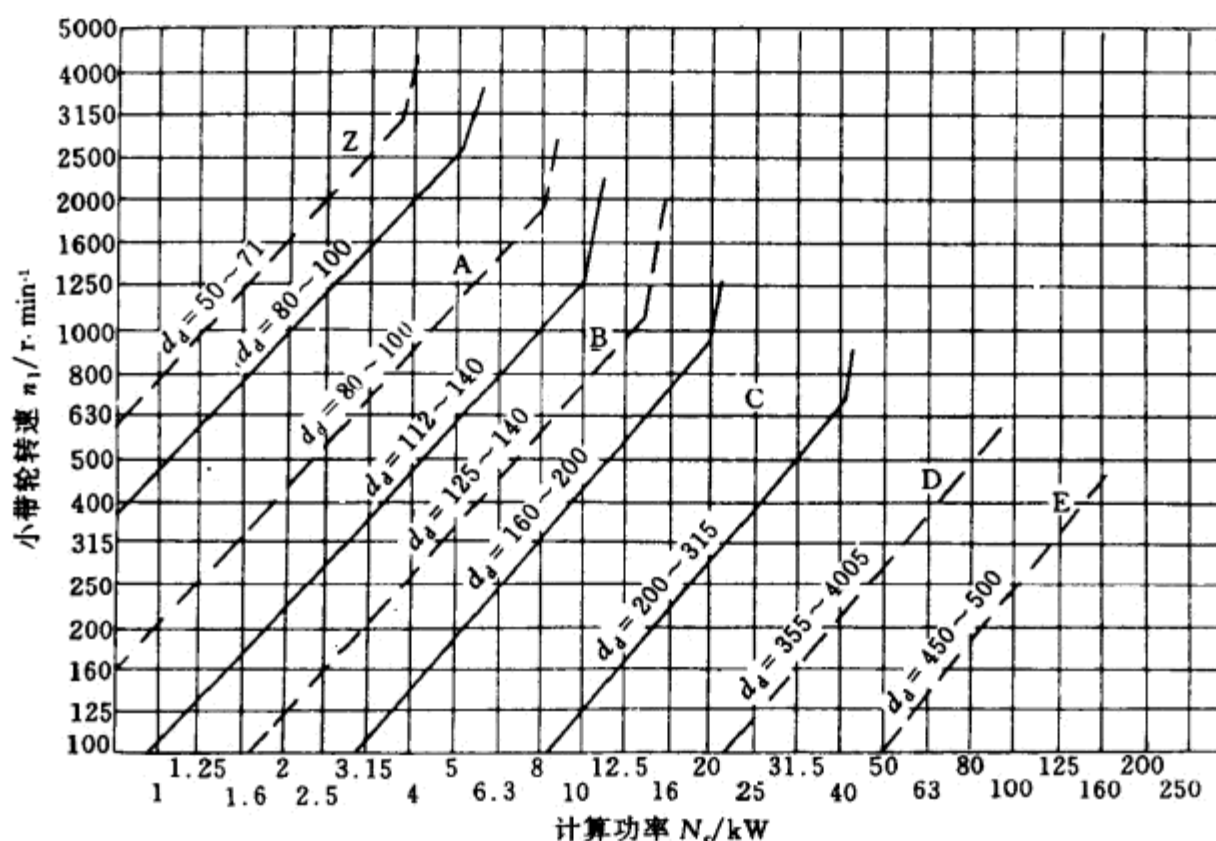


图 14-4 普通V带的选型图

3. 选用V带轮

当带传动速度 $v \leq 30m/s$ 时,可选用牌号为HT150的铸铁带轮;当带传动速度 $v > 30m/s$ 时,可选用牌号为HT200的铸铁带轮或铸钢带轮;当直径大于500mm或单件生产时,可采用钢板焊接;质量轻的铝合金带轮适用于高速传动;塑料带轮可用于小功率、低速($v < 15m/s$)传动。

如图14-5所示,V带轮由轮缘1、轮辐2、轮毂3三部分组成。轮辐部分可以做成实心式、辐板式、孔板式、辐条式,分别见图14-5(a)、(b)、(c)、(d)。小直径的V带轮采用实心式;中等直径的V带轮,为便于加工和减轻质量,可采用辐板式和孔板式;大直径的V带轮多采用轮辐剖面为椭圆形的辐条式。

在V带轮上有梯形槽,它是与带直接接触的部分,槽数与槽的尺寸应与所选V带的根数和型号相对应,V带轮轮缘尺寸可参见表14-2。

表14-2中, d_d 是基准直径, 它是与V带的基准长度 L_d 相对应的带轮直径。 ϕ 是轮槽角, 它根据不同的带轮基准直径和不同的V带型号, 规定有 34° 、 36° 和 38° 三种。因为V带绕在带轮上弯曲时, 外周受拉力, 横向变窄, 而内周受压, 横向变宽。所以两侧夹角 ϕ 变为小于 40° 。带轮基准直径愈小, V带截面尺寸愈大, 则 ϕ 角变化也就愈大。

为了防止V带过分弯曲, 因此带轮直径不能太小, 选V带轮时可参考表14-3。

选用小带轮直径 d_1 时, 不要小于表14-3中所列V带轮的最小直径 d_{dmin} 的数值。因为带轮的直径愈小, 则V带在带轮上的弯曲程度愈厉害, 这样在传动时产生的弯曲应力也就愈大, V带的使用寿命就会降低。一般在工作位置允许的情况下, 小带轮的直径取得大一些好, 可以减小皮带弯曲应力, 提高承载能力和延长使用寿命。V带轮的基准直径系列见表14-3。

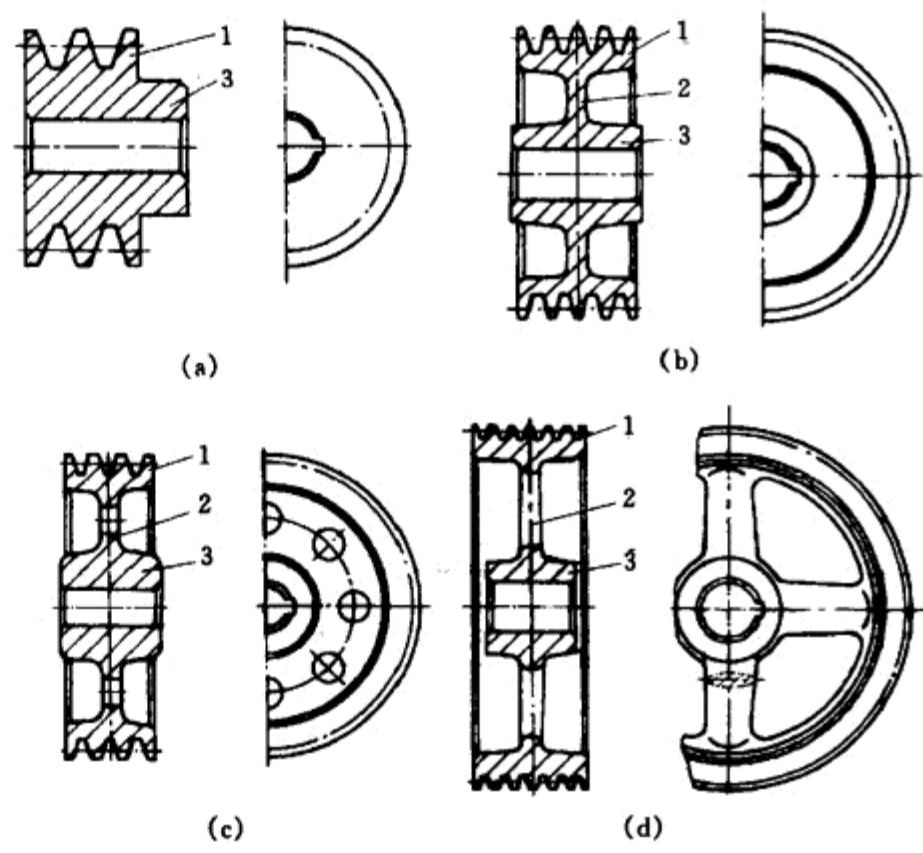
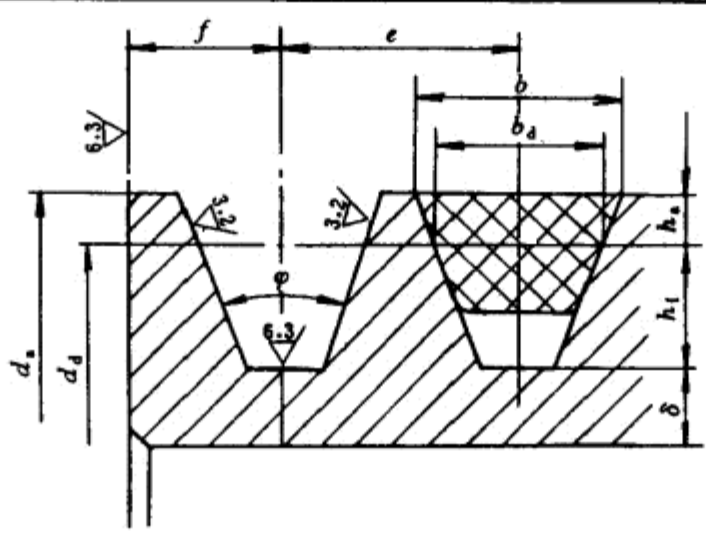


图 14-5 V带轮的结构
(a) 实心式 (b) 辐板式 (c) 孔板式 (d) 辐条式
1—轮缘 2—轮辐 3—轮毂

表 14-2 V带轮轮缘尺寸(GB 10412—1989) 单位: mm



项 目	符号	槽 型							
		Y	Z	A	B	C	D	E	
			SPZ	SPA	SPB	SPC			
基准宽度	b_d	5.3	8.5	11.0	14.0	19.0	27.0	32.0	
基准线上槽宽	h_{amin}	1.6	2.0	2.75	3.5	4.8	8.1	9.6	
基准线下槽宽	h_{max}	4.7	7.0	8.7	10.8	14.3	19.9	23.4	
			9.0	11.0	14.0	19.0			
槽间距	e	8 ± 0.3	12 ± 0.3	15 ± 0.3	19 ± 0.3	25.5 ± 0.5	37 ± 0.6	44.5 ± 0.7	
第一槽对称面至端面的 距离	f	7 ± 1	8 ± 1	10 ± 1^2	12.5 ± 1^2	17 ± 1^2	23 ± 1^3	29 ± 1^4	

续表

项 目	符号	槽 型										
		Y	Z	SPZ	A	SPA	B	SPB	C	SPC	D	E
最小轮缘厚	δ_{min}	5	5.5		6		7.5		10		12	15
轮缘宽	B	$B=(z-1)e+2f$ z ——轮槽数										
外径	d_a	$d_a=d_d+2h_a$										
轮槽角 φ	32°	<60	—				—		—			—
	34°	—	<80		<118		<190		<315			—
	36°	>60	—				—		—		<475	<600
	38°	—	>80		>118		>190		>315		>475	>600
极限偏差		$\pm 1^\circ$										

表 14-3 V带轮的最小基准直径及直径系列 单位: mm

型 号		Y	Z	A		B		C		D		E				
d_{\min}		20	50	75		125		200		355		500				
V带轮直径 d_a 尺寸系列																
50	(53)	56	(60)	63	(67)	71	75	80	85	90	95	100	106	112	(118)	125
(132)	140	(150)	160	(170)	180	(190)	200	(212)	224	(236)	250	(265)	280	(300)	315	(335)
355	(375)	400	(425)	(450)	(475)	500	(530)	560	(600)	630	(670)	710	(750)	800	(850)	900
(950)	1000	1120	1250	1400	1600	1800	2000	2250	2800	3200	3600	4000				

注: 括号内尺寸尽可能不用。

大带轮的直径 d_2 , 可根据传动比关系求出

$$d_2 = \frac{n_1}{n_2} d_1 = i d_1$$

并按表14-3取值(检验传动比 d_2/d_1 应与原传动比 n_1/n_2 值相近)。在确定好带轮直径后, 还要验算V带的工作速度 v 是否在5~25m/s范围内。

这是因为当V带作圆周运动时, 该V带本身的质量会产生一定的离心力, 并随着速度的增加而增大, 从而使V带与带轮之间的压力减小, 摩擦力相应减小, 降低传动功率。但速度过低, 当传递功率一定时, 则所需的圆周力过大(即圆周力超过V带与带轮接触面的极限摩擦力时), 从而引起打滑。纵上所述, 当V带的工作速度不能满足要求时, 要相应改变转速 n_1 或重新确定小带轮直径 d_1 。

(三) V带和带轮的安装与维护

(1) 安装带轮时, 两轮的中心线必须平行, 端面与中心线垂直, 且两轮对应轮槽必须在同一平面内, 如图14-6所示。带轮在轴上的位置倾斜和晃动, 会使V带在传动时产生扭曲, 两侧面过早磨损, 并使轴承受附加力作用。

(2) V带在带轮上的张紧程度应适当, 其断面在轮槽中应有正确的位置, 如图14-7所示, 即V带的外周表面应以与轮外缘表面平齐或略高一些为宜。

(3) 成组使用的V带, 其长短不能相差过大。新旧V带最好不要同组使用, 否则会使受力不均匀。

(4) 带传动装置要安装安全防护罩, 这样既可防止伤人, 又可防止润滑油和切削液溅到带上, 使传动打滑。此外, 使用防护罩还可以防止V带在烈日下曝晒而过早老化。

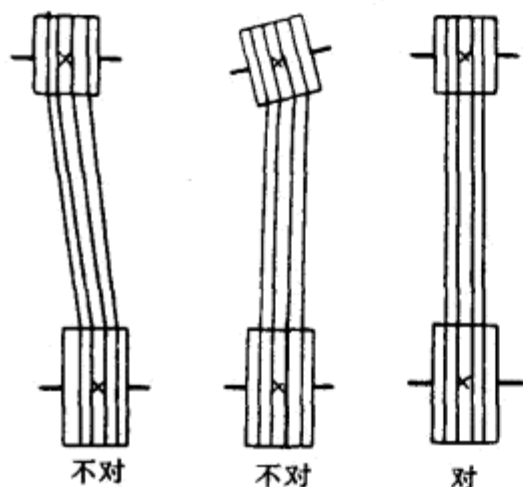


图 14-6 V带在轮槽中的位置

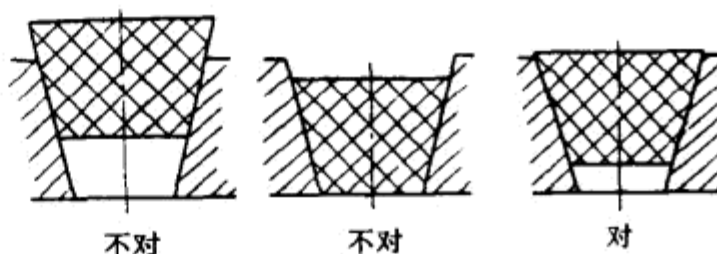


图 14-7 V带和带轮的安装

(四) 宽V带式无级变速器

如图14-8所示,宽V带式无级变速器主要由一对主动锥轮1、一对从动锥轮2以及一条宽V带3组成。变速是依靠调节两对锥轮的轴向位置,从而改变带与带轮的接触半径来达到。图14-8中所示的主、从动轴上的两对锥轮都是单面可动的,为避免宽V带歪斜,从动轮与主动轮的可动锥盘应在相对的位置上安装。

从图14-8可知,宽V带式无级变速器的传动比*i*为:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_{2x}}{r_{1x}}$$

式中 n_1, n_2 ——主、从动轴的转速, r/min

r_{1x}, r_{2x} ——主、从动锥轮的工作半径, mm

宽V带与普通V带相比,在同样的高度下,宽度大、楔角小、纵向挠性好,横向刚度更好,强度、耐磨性都较高,传动功率较大。宽V带式无级变速器在中、小功率范围内是机械无级变速器中应用较为广泛的一种。如在第二章所述的CSB2-1300型履带进给的宽带式砂光机中,进给履带的无级调速装置即为宽V带式无级变速器。

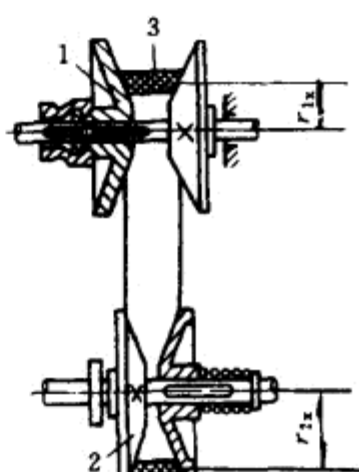


图 14-8 宽V带式无级变速器

1—主动锥轮 2—从动锥轮
3—宽V带

三、带传动的调整和张紧装置

带传动的失效,除了带在轮缘上打滑而丧失工作能力,带在弯曲变应力作用下,由于疲劳产生脱层和断裂之外,多数是由于带传动工作一段时期后会产生永久变形(塑性变形),使带的总长度增加,造成松弛现象,从而影响带传动的正常工作,因此必须采取下面一些措施。

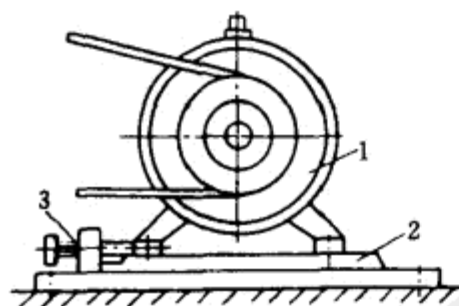


图 14-9 滑道式张紧装置

1—电动机 2—滑道 3—调整螺钉

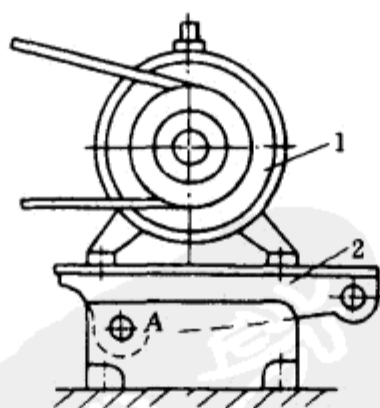


图 14-10 自动张紧装置

1—电动机 2—摆架

(1) 改变中心距张紧 图14-9所示的滑道式张紧装置是将装有带轮的电动机1固定在滑道2上,转动调整螺钉3可使电动机移动,直到带张紧力达到要求后,再拧紧螺钉。在中、小功率的带传动中,可采用图14-10所示的自动张紧装置,

即将装有带轮的电动机1固定在可摆动的摆架2上,利用电动机和摆架的重力,使带轮随同电动机一起绕固定支点A自动摆动,以保持带所需的张紧力。

(2) 用张紧轮张紧 当中心距由于结构上的限制不能改变时,可采用图14-11(a)所示的张紧轮张紧装置,张紧轮一般装在松边带的内侧,使带只受单向弯曲,并尽可能靠近大带轮,以免小带轮的包角减小太多。当中心距小而传动比大,需要增加小带轮包角时,可采用图14-11(b)所示的张紧轮自动张紧装置,张紧轮一般装在松边带的外侧,并尽可能靠近小带轮,以便增大其包角。但这种装置结构复杂,带绕行一周受弯曲的次数增多,易于疲劳破坏,在高速带传动时不宜采用。

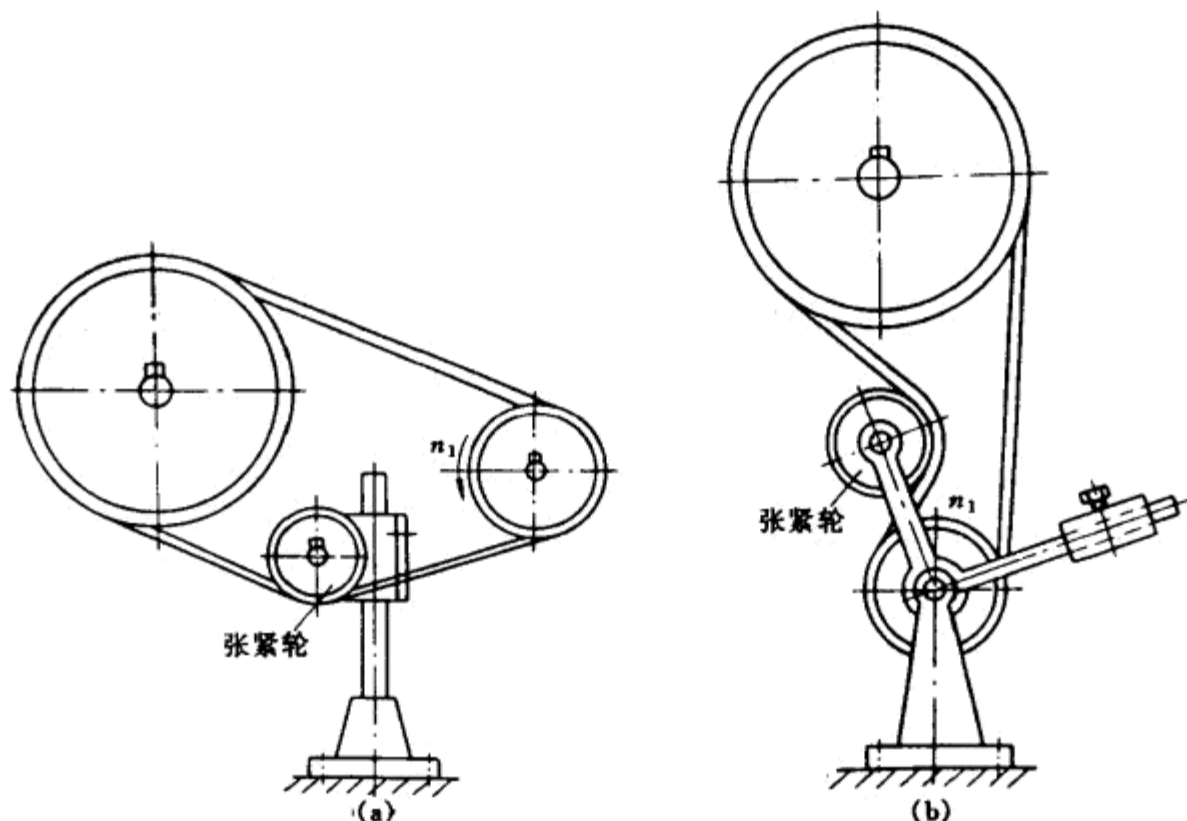


图 14-11 张紧轮张紧装置
(a) 手工张紧 (b) 自动张紧

四、其它类型带传动

1. 高速平带传动

高速平带传动多用于转速较高的地方。它多为增速传动,从动轮的转速可达10000~25000 r/min,线速度 $v \geq 25\text{m/s}$,并有较高的运转平稳性。如某些木工四面刨床的切削刀轴就采用高速平带传动。

高速平带是一种质量轻、厚度薄的环形平带。近年来,多采用以涤纶或锦纶纤维绳作无纬结构的强力层,外覆耐磨包布,用耐油橡胶粘合的高速带。目前又有一种以合成纤维如涤纶绳作强力层的液体浇注型聚氨酯高速带,它具有柔性好、伸长率极小、耐磨和耐油的特点。在非工作面上有横向沟槽,可增加柔性。

高速带的带轮常用铝合金(如ZL103、ZL104等)制造,小带轮也有用45号钢制造的。由于线速度高,故不宜用普通铸铁制造。

带轮的缘表面应是中部凸起,如图14-12所示。这样在运转时可使带自动保持在带轮中部位置,防止脱落。此外,轮缘面上还开有几条平行的周向圆弧形沟槽,以便在高速运转时,提高

带与轮面的贴合性,并减少噪声。

2. 同步带传动

同步带传动一般可用于要求传动比准确的地方,如在某些数控木工机床上就采用了同步带传动。由于带与轮面之间没有相对滑动,因此主动轮和从动轮能作无滑差同步传动。

同步带通常以钢丝绳作负载心层采用液体浇注型聚氨酯浇注而成,聚氨酯比通用橡胶的耐油性和耐磨性好,工作温度范围为 $-20\sim 80^{\circ}\text{C}$,但散热性差,且成本较高。钢丝绳受载后变形极小,能保持同步带齿形周节不变,故带与轮面之间没有相对滑动,传动比恒定。同步带薄而轻,故可传动速度比较高,传动时的线速度可达 40m/s ,传动比可达10,效率可达98%。因此同步带传动的应用日益广泛。其主要缺点是制造和安装精度要求高,中心距要求较严格。

同步带的主要参数是周节 p 、模数 m 。由于钢丝绳负载心层强度高,工作时长度不变,故把其中心线位置定为节线,节线周长 L 定为基准长度。如图14-13所示,相邻两齿对应点间沿节线测得的长度为周节,而模数 $m=p/\pi$ 。同步带采用模数制,标记为: $m(\text{模数})\times b(\text{宽度})\times z(\text{齿数})$ 。

同步带轮一般采用铸铁或钢制造,在高速小功率时也可采用塑料或轻合金。轮面齿形最好采用 $\alpha=40^{\circ}$ 的直线齿廓。

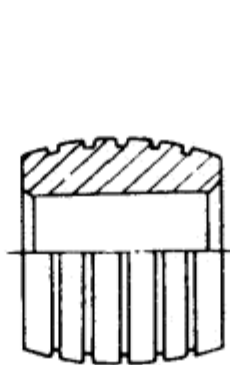


图 14-12 高速平带传动的带轮轮缘表面

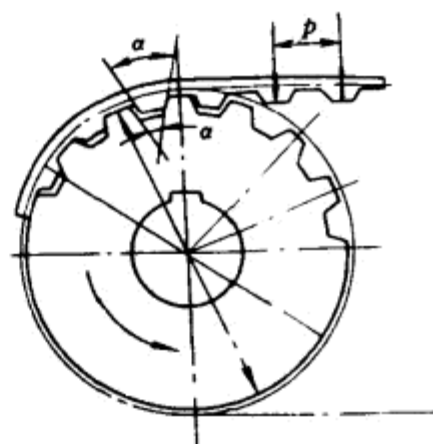


图 14-13 同步带传动

第三节 链 传 动

链传动是用于两轴相距较远,传动功率较大,而且平均传动比又要保持不变的情况下。它是以链条作为中间挠性拉曳元件,在两个或两个以上链轮之间,通过链节和链轮齿的不断啮合和脱开来传递运动和动力的一种啮合传动。如图14-14所示,当主动轮转过一齿,则链条转过一个链节,从动轮也转过一齿。这样若主动轮在1min内转过 z 个齿,则从动轮在1min内也转过 z 个齿。设主动轮的转速为 n_1 ,从动轮的转速为 n_2 ,则链传动的传动比 i 为:

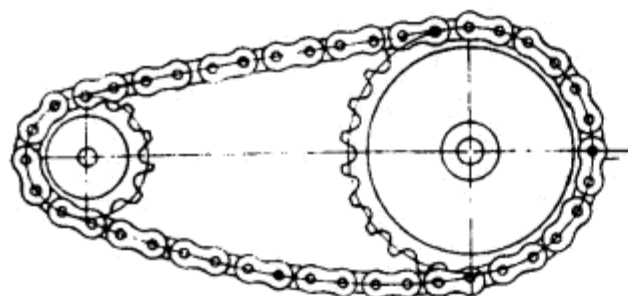


图 14-14 链传动简图

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

链传动是啮合传动。在一般情况下,链传动功率可达数百千瓦,传动比可达6,中心距达数米,链速可

达 $12\sim 15\text{m/s}$,最大可达 40m/s 。链传动具有如下的优点:①能保持准确的平均传动比;②磨损小,传动效率高,传动能力较大;③由于有链条作为中间传动件,可用在两轴中心距较大的地方;④作用在轴和轴承上的力较小。但链传动也具有的一些缺点:①对两链轮轴的平行度、链条和链轮间的垂直度等要求较高。②制造费用高,且链条使用后因磨损而不断伸长。当链条与链轮不能正确啮合时,就要更换链条。③工作时有噪声。实际上链条中的瞬时传动比是变化的,用上面

的公式计算出的传动比是平均传动比。所以说,在高速时,链传动不如带传动平稳。

一、传动链条

常用的传动链主要有套筒滚子链和齿形链两种。

1. 套筒滚子链

如图14-15(a)所示,套筒滚子链由滚子1、套筒2、销轴3、外链板4和内链板5组成。销轴与外链板,套筒与内链板分别用过盈配合固定;而销轴与套筒、滚子与套筒之间则为间隙配合。这样,当链节屈伸时,套筒可绕销轴自由转动。当链与链轮啮合时,两者之间主要是滚动摩擦,因此磨损较小。

套筒滚子链相邻两销轴中心的距离称为链节距 p ,链节距 p 是链传动的重要参数。节距愈大,链条本身各部分的尺寸也就愈大,当链轮齿数不变,而使用节距大的链条时,则链轮直径也就愈大。所以,在传递动力大的场合,为了不使整个传动装置的尺寸过大,往往采用小节距多排链传动,如图14-15(b)所示。显然,增加链的排数,就必然会增加整个传动装置的复杂性,也存在各排链受力是否均匀的问题。因此,链的排数一般不超过四排。

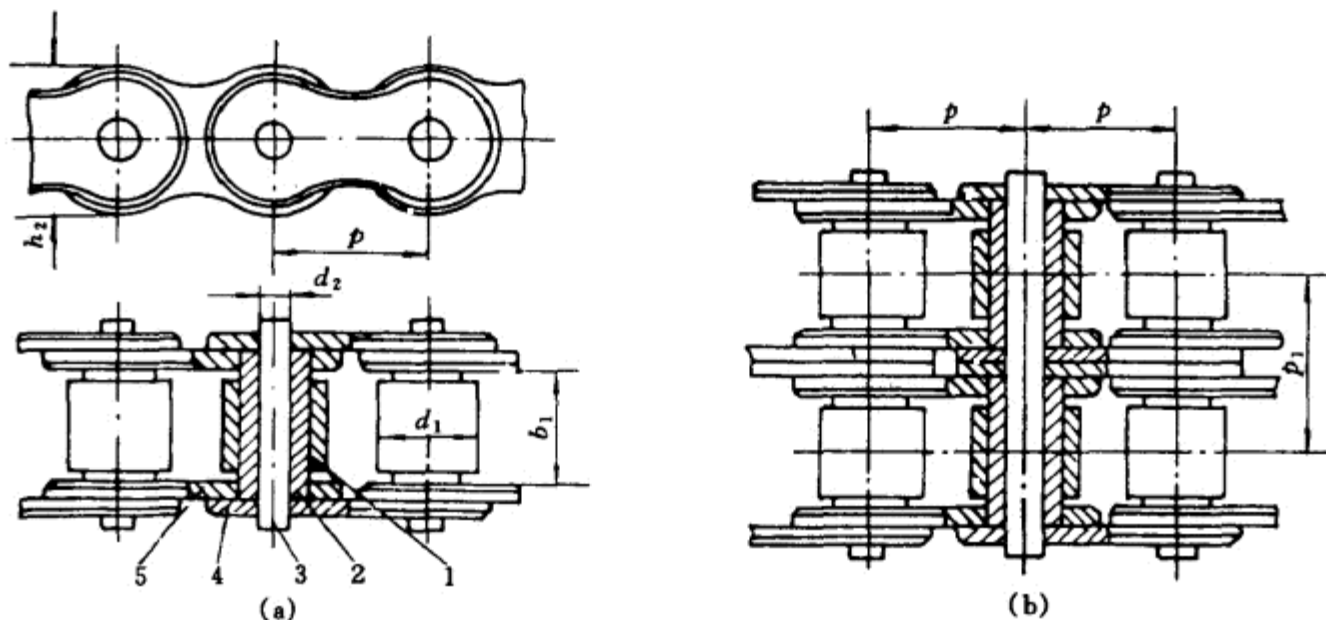


图 14-15 套筒滚子链

(a) 单排 (b) 多排

1—滚子 2—套筒 3—销轴 4—外链板 5—内链板

套筒滚子链的长度用节数表示。为了使链条的两端连接方便,应用时链的节数多取为偶数节。链条的接头处可用开口销或弹簧卡片来固定活动销轴。图14-16(a)为开口销固定,一般用于大节距链条;图14-16(b)为弹簧卡片固定,一般用于小节距链条,使用时必须使弹簧卡片的开口方向与链的回转方向相反,以免在运转中受到碰撞而脱落。

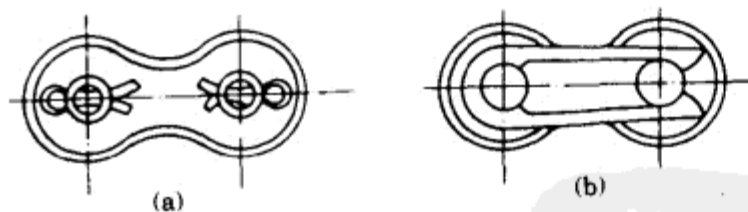


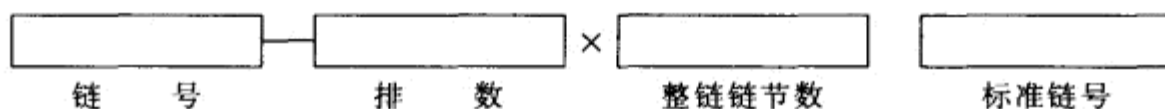
图 14-16 链条的接头

(a) 开口销固定 (b) 弹簧卡片固定

套筒滚子链已经标准化,各部分具体参数可查GB 1243.1—1983。套筒滚子链分为A、B两种系列。A系列用于重载、高速和重要的传动,B系列用于一般的传动。

根据国家标准规定,套筒滚子链标记方法如下:

根据国家规定,套筒滚子链标记方法如下:



例如 24A - 2 × 60 GB 1243.1—1983

表示为A系列、节距为 $24 \times 25.4/16 = 38.1(\text{mm})$ 双排、60节的套筒滚子链。

由于国际上几乎所有国家的链节距均用英制单位,我国链条标准中规定链节距用英制折算成米制单位,链节距 p 等于链号乘以 $25.4/16\text{mm}$,故链节距 p 制均带有小数。

2. 齿形链

齿形链是由铰链连接的齿形板所组成,如图14-17所示。与套筒滚子链相比,其传动平稳性较高、噪声较小、承受冲击的性能较好,故能容许传动的速度较高。但齿形链的结构复杂、质量大、制造成本高,目前应用愈来愈少。

二、套筒滚子链链轮

1. 链轮的齿形

链轮的齿形应保证链节距能平稳自如地进入或退出啮合,并尽可能减小链条和轮齿的磨损,同时还应具有较高的承载能力,且齿形简单。

套筒滚子链与链轮的啮合属于非共轭啮合,其链轮的设计可以有较大的灵活性,国家标准GB1244—1985中没有规定具体的链轮端面齿形,仅仅规定了最大和最小齿槽形状及其极限参数,见表14-4。凡在两上极限齿槽形状之间的各种标准齿形均可采用。目前较为流行的一种齿形是“三圆弧一直线”齿形(或称凹形齿),如图14-18所示,它由 aa 、 ab 、 cd 三段圆弧和一段直

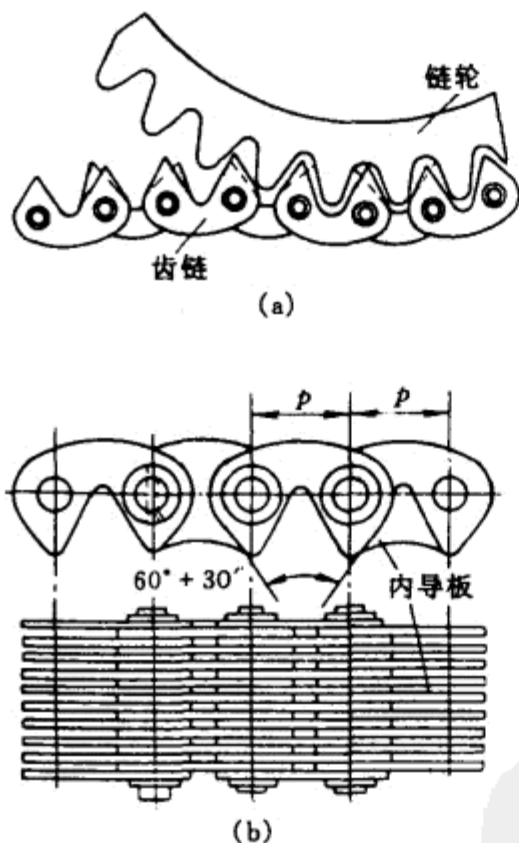


图 14-17 齿形链

(a) 齿形链与链轮的啮合 (b) 内导板式齿形链

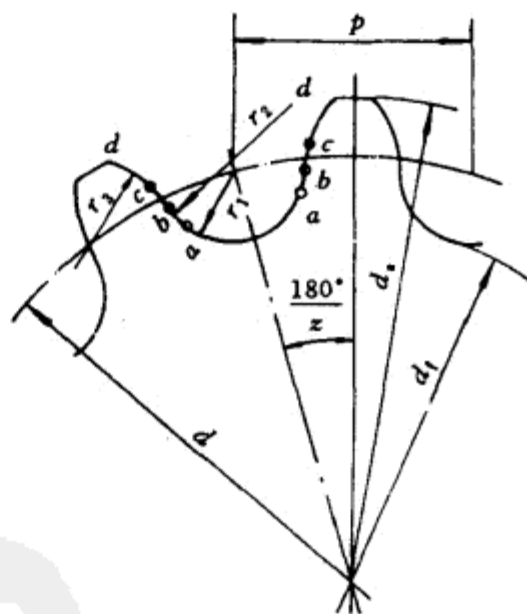
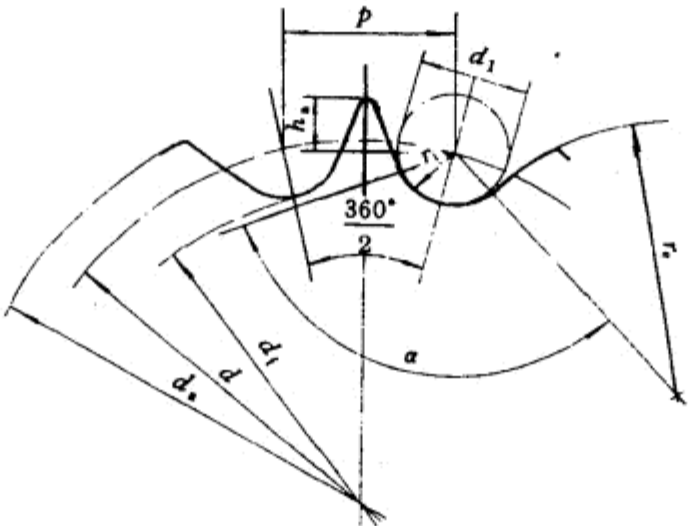


图 14-18 “三圆弧一直线”齿槽形状

线 bc 构成。当选用这种齿形并用相应的标准刀具加工时,链轮齿形在工作图上不必画出,只需注明链轮的基本参数和主要尺寸,并注明“齿形按3R GB 1244—1985规定制造”即可。

表 14-4

链轮齿槽形状和尺寸



名 称	代 号	计 算 公 式	
		最大齿槽形状	最小齿槽形状
齿面圆弧半径/mm	r_s	$r_{\min}=0.008d_1(z^2+180)$	$r_{\max}=0.12d_1(z+2)$
齿沟圆弧半径/mm	r_i	$r_{\max}=0.505d_1+0.069\sqrt[3]{d_1}$	$r_{\min}=0.505d_1$
齿沟角/(°)	α	$\alpha_{\min}=120^\circ-\frac{90^\circ}{z}$	$\alpha_{\max}=140^\circ-\frac{90^\circ}{z}$

链轮的轴面齿形如图14-19所示。齿形两侧为圆弧状齿廓,这是为了便于链节进入或退出啮合。其尺寸应符合标准规定,链轮的轴面齿廓各部尺寸的计算公式见表14-5。

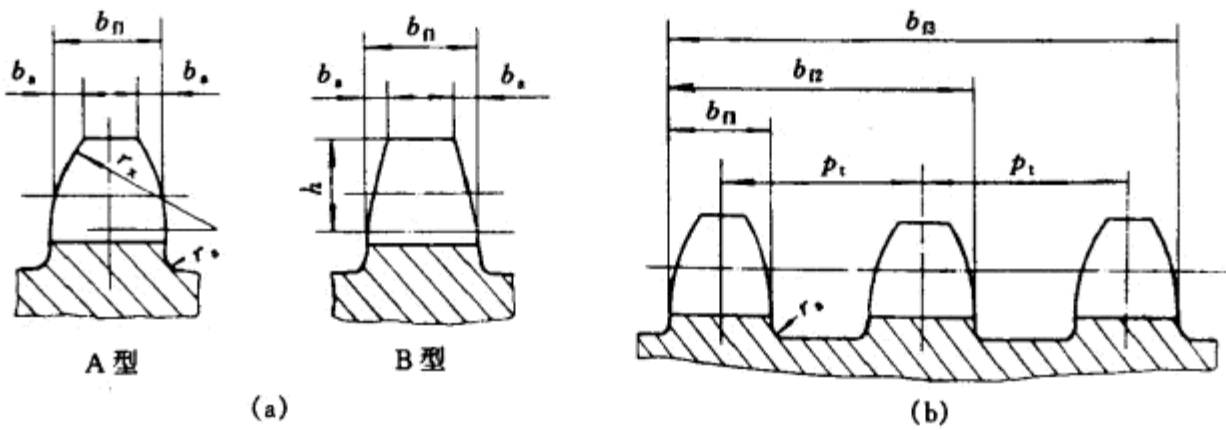


图 14-19 链轮的轴面齿廓
(a) 单排 (b) 多排

表 14-5

滚子链链轮轴向尺寸

单位: mm

名 称	代 号	计 算 公 式		备 注
		$p \leq 12.7$	$p > 12.7$	
齿 宽	单排	$0.93b_1$	$0.95b_1$	当 $p > 12.7$ 时,经制造厂同意,亦可使用时的齿宽。 b_1 为内链节内宽
	双排、三排	$0.91b_1$	$0.93b_1$	
	四排以上	$0.88b_1$	$0.93b_1$	
倒角度	b_s	$b_s=(0.1 \sim 0.15)p$		
倒角半径	r_s	$r_s > p$		
倒角深	h	$h=0.5p$		仅适用于B型
齿侧凸缘(或排间槽)圆角半径	r_s	$b_{fs}=(n-1)p_1+b_n$		
链轮齿总宽	b_m	n ——排数		

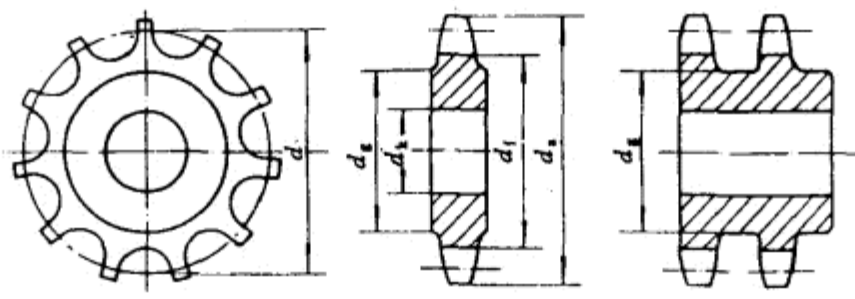
2. 链轮的基本参数和主要尺寸

链轮的基本参数是指配用链条的节距 p 、滚子外径 d_1 、排距 p_t 及齿数 z 。链轮的主要尺寸及计算公式见表14-6。

表 14-6

链轮的主要尺寸及计算公式

单位: mm

			
名 称	代 号	计 算 公 式	备 注
分度圆直径	d	$d = p / \sin \frac{180^\circ}{z}$	
齿顶圆直径	d_a	$d_{a\max} = d + 1.25p - d_1$ $d_{a\min} = d + (1 - \frac{1.6}{z})p - d_1$	可在 $d_{a\max}$ 、 $d_{a\min}$ 范围内任意选取,但选用 $d_{a\max}$ 时,应考虑采用展成加工,有发生顶切的可能性
分度圆弦高	h_s	$h_{s\max} = (0.625 + \frac{0.8}{z}) - 0.5d_1$ $h_{s\min} = 0.5(p - d_1)$	h_s 是为简化放大齿形图的绘制而引入的辅助尺寸(见表14-4)
齿根圆直径	d_f	$d_f = d - d_1$	
齿侧凸缘(或排间槽)直径	d_s	$d_s \leq p \operatorname{tg} \frac{180}{z} - 1.04h_2 - 0.76$ h_2 ——内链板高度	

注: d_a 、 d_s 值取整数,其它尺寸精确到0.01mm。

3. 链轮的结构

图14-20为几种不同形式的链轮结构。小直径链轮采用整体式。中等直径链轮采用孔板式。大直径链轮($d > 200\text{mm}$)常采用装配式结构,以便更换齿圈;装配方式可以是焊接式,也可以是螺栓连接式。轮毂部分尺寸可参阅有关手册。

三、链传动的安装与维护

为保证链传动的正常工作,在链传动的使用过程中应注意以下几个方面:

- (1) 安装时要保持两轮相互平行,并且两轮必须位于同一平面内,否则易引起不正常的磨损和发生脱链现象。
- (2) 新安装链条时不必给链条以预紧力。链条在使用一段时间以后,由于磨损,必然会发生松弛现象,此时要采取张紧措施,其张紧方法可以是去掉两个链条重新接头,或采用如带传动似的张紧方法。
- (3) 链传动一般要采用防护罩,以确保安全,也有利于隔音和润滑。
- (4) 润滑方法可采用人工定期润滑,每隔20h左右用油壶在链条的松边加油一次。这种润滑方法多用于小功率、低速、不重要的开式(即无护罩)传动中。也可采用油杯滴油、浸入油池

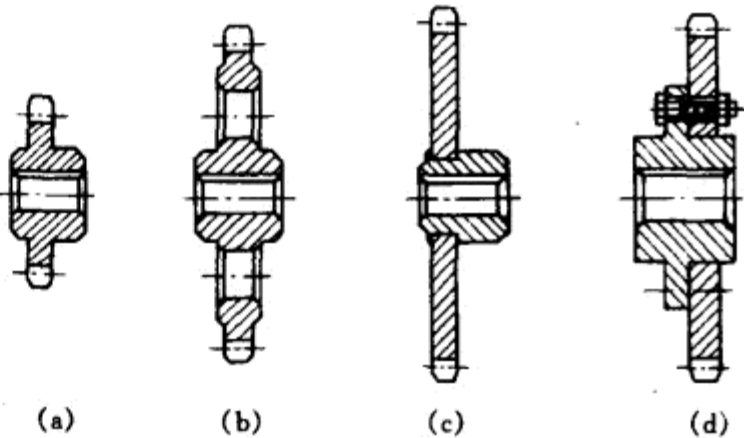


图 14-20 链轮的结构

(a) 整体式 (b) 孔板式 (c) 焊接式 (d) 螺栓连接式

和压力润滑的方法。在一定的条件下也可采用润滑脂润滑。

第四节 齿 轮 传 动

齿轮传动是指由齿轮副组成的传递运动和动力的传动形式。所谓齿轮副是由两个相啮合的齿轮组成。两齿轮的轴线相对位置不变,并绕各自的轴线而转动,当一对齿轮相啮合而工作时,将主动轮的动力和运动传递给从动轮。齿轮传动是应用最广泛的一种机械传动。齿轮传动在家具木工机械中应用也很多,如压刨床、旋切机等变速箱都是采用齿轮变速传动机构。

一、齿轮传动的特点

齿轮传动具有一系列的优点:①能保证瞬时传动比恒定;②传动比范围大,可用于增速和减速;③适用的圆周速度和功率范围广;④传动效率高,一对高精度的齿轮的传动效率可达99%以上;⑤使用寿命长,工作可靠性高;⑥结构紧凑,适用于近距离传动;⑦可实现平行轴、任意角相交轴和任意角交错轴之间的传动。

同样,齿轮传动也存在一些缺点:①由于精度低的齿轮在啮合传动时噪声大,所以要求制造和安装精度均较高;②不适宜于远距离两轴之间的传动;③无过载保护能力。

二、齿轮传动的类型

根据两齿轮传动时的相对运动是平面运动还是空间运动,将齿轮传动分为平面齿轮传动和空间齿轮传动两大类,如图14-21所示。

(一) 平面齿轮传动

平面齿轮传动用来传递两平行轴之间的运动。平面齿轮传动中齿轮的形状为圆柱形,故称为圆柱齿轮。常见的平面齿轮传动可分为以下几种。

1. 直齿圆柱齿轮传动

直齿圆柱齿轮传动的轮齿排列与轴线平行。按一对轮齿的啮合方式又分为三类:

(1) 外啮合直齿圆柱齿轮传动 如图14-21(a)所示,两轮的齿轮都排列在圆柱体的外表面上,两轮的转动方向相反。

(2) 内啮合直齿圆柱齿轮传动 如图14-21(b)所示,两轮的齿轮分别排列在圆柱体的内、外表面上,两轮的转动方向相同。

(3) 齿轮齿条传动 如图14-21(c)所示,两个齿轮之一演变为齿条,当齿轮传动时,齿条作直线平动。

2. 平行轴斜齿圆柱齿轮传动

平行轴斜齿圆柱齿轮传动的轮齿与轴线倾斜一个角度,沿螺旋线方向排列在圆柱体表面上,如图14-21(d)所示。平行轴斜齿圆柱齿轮传动也用外啮合、内啮合和齿轮齿条三种方式。

3. 人字齿轮传动

人字齿轮的齿形如“人”字,相当于螺旋角相等但方向相反的两个斜齿圆柱轮齿拼合而成,如图14-21(e)所示。

(二) 空间齿轮传动

空间齿轮传动用于传递不平行两轴间的运动。按两轮轴线的位置,空间齿轮传动又可分为两类。

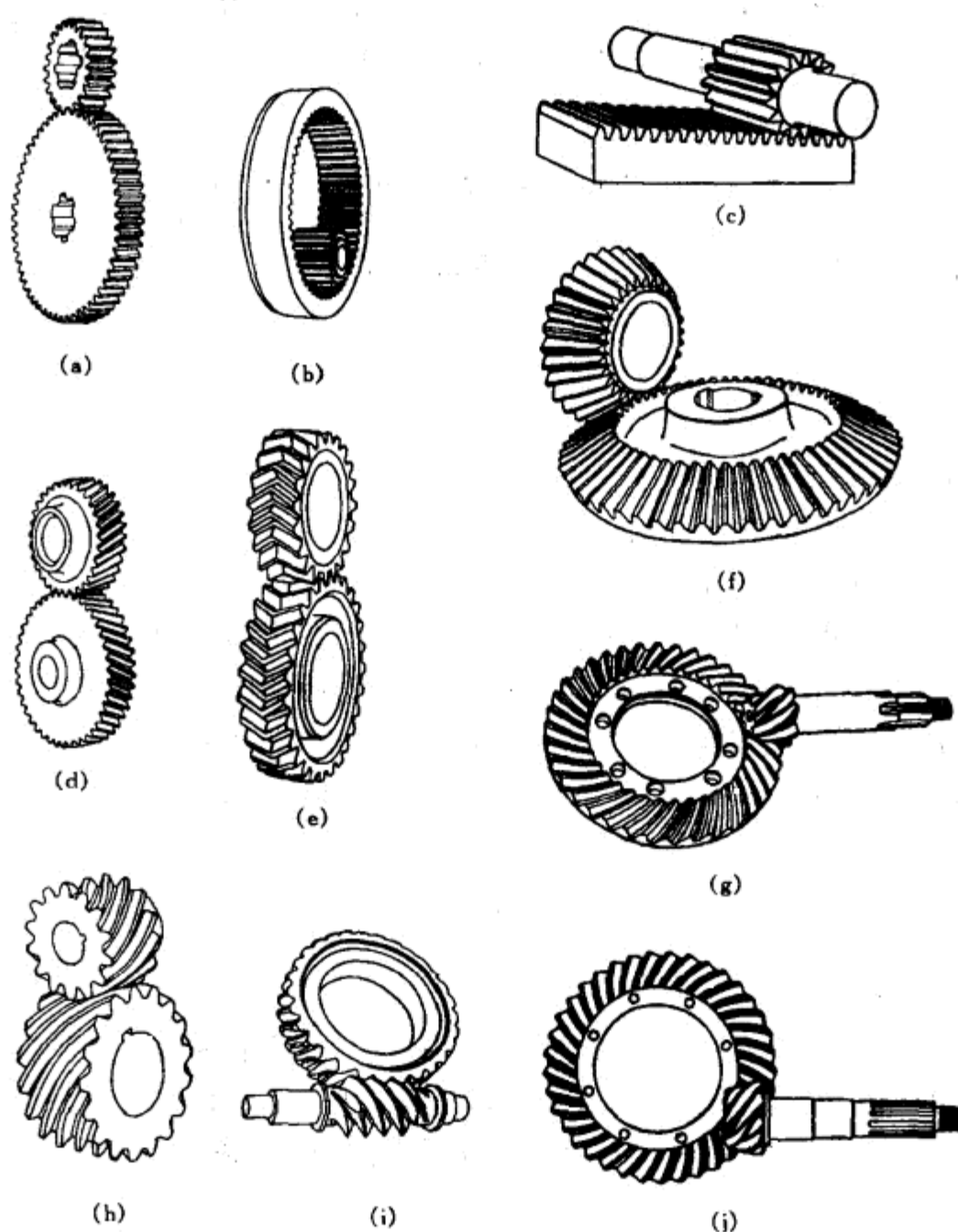


图 14-21 齿轮传动的类型

(a) 外啮合直齿圆柱齿轮传动 (b) 内啮合直齿圆柱齿轮传动 (c) 齿轮齿条传动
(d) 平行轴斜齿圆柱齿轮传动 (e) 人字齿轮传动 (f) 直齿圆锥齿轮传动 (g) 曲齿圆锥齿轮传动
(h) 螺旋齿轮传动 (i) 蜗轮蜗杆传动 (j) 准双曲面齿轮传动

1. 两轴相交的齿轮传动

这种齿轮的齿排列在圆锥体的表面上, 故称为圆锥齿轮或伞齿轮, 按圆锥齿轮的齿的形状, 它可分为直齿圆锥齿轮[图14-21(f)]和曲齿圆锥齿轮[图14-21(g)]两种。

2. 两轴交错的齿轮传动

这种齿轮传动最常见的有三种:

(1) 螺旋齿轮传动 如图14-21(h)所示, 就单一齿轮来看, 这种齿轮和斜齿圆柱齿轮完全相同, 但螺旋齿轮的两轴不平行而交错在任意位置。

(2) 蜗轮蜗杆传动 如图14-21(i)所示, 这种齿轮传动的两轴垂直交错, 两轴的交错角通常为 90° , 小齿轮的齿数特别少, 且其齿绕于轮面一周以上, 成螺杆状。

(3) 准双曲面齿轮传动 如图14-21(j)所示, 就单一齿轮来看, 其外形与曲齿圆锥齿轮相同, 但准双曲面齿轮的两轴不相交而垂直交错。

此外, 齿轮传动还可以按工作时的圆周速度不同分为低速($v < 3\text{m/s}$)、中速($v = 3\text{m/s}$)、高速($v > 3\text{m/s}$)三种; 按工作条件不同分为闭式齿轮传动(封闭在箱体内部, 并能保证良好润滑的齿轮传动)和开式齿轮传动(传动外露在空间, 不能保证良好润滑的齿轮传动)两种; 按轮齿的齿廓曲线不同分为渐开线齿轮、摆线齿轮和圆弧齿轮等几种。

三、齿轮传动的传动比及基本要求

齿轮传动的传动比就是主动齿轮与从动齿轮的转速(角速度)之比, 与其齿数成反比。用公式表示如下:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

式中 i ——传动比

n_1, n_2 ——主、从动齿轮的转速, r/min

z_1, z_2 ——主、从动齿轮的齿数

齿轮传动包括传递运动和传递动力两个方面。对齿轮传动有两个主要要求: ①传动要平稳, 要求一对齿轮在啮合运转时, 应始终严格保持恒定的传动比, 以避免产生噪声、振动和冲击等现象; ②承载能力要强, 要求齿轮抵抗破坏的能力强, 工作寿命长。

要满足上述要求, 可以应用摆线、圆弧和渐开线等作为齿廓曲线。其中渐开线齿廓以其设计、制造和安装、使用等方面的优越性而被广泛采用。

四、渐开线齿形

1. 渐开线齿廓的形成

如图14-22所示, 当一直线 AB 与一圆相切并沿其圆周作纯滚动时, 直线上任意一点的轨迹 CKD , 称为该圆的渐开线; 这个圆称为渐开线的基圆, 它的半径用 r_b 表示, 称为基圆半径; 直线 AB 称为渐开线的发生线。渐开线齿轮的轮齿由两条对称的渐开线而组成, 如图14-23所示。

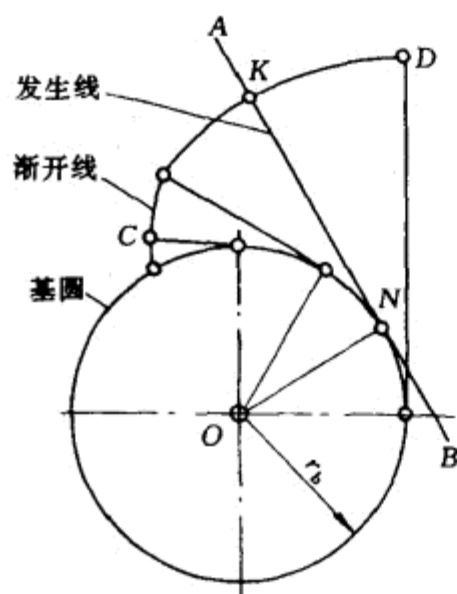


图 14-22 渐开线的形成

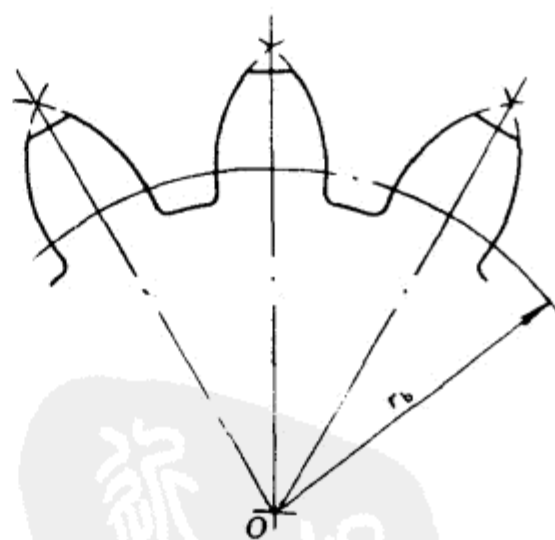


图 14-23 渐开线齿廓的形成

2. 渐开线的性质

从渐开线的形成过程可以看出, 它具有下列性质:

(1) 发生线在基圆上滚过的线长度 \overline{NK} ，等于基圆上被滚过的一段圆弧 \widehat{NC} 的长度，即 $\overline{NK} = \widehat{NC}$ ，如图14-22所示。

(2) 渐开线上任意一点 K 的法线 \overline{NK} 必切于基圆。即过渐开线上任意一点 K 的法线与过 K 点的基圆切线重合，并且也与发生线 AB 重合，如图14-22所示。

(3) 渐开线上各点的曲率半径不相等。如图14-22所示， K 点离基圆愈远，其曲率半径 \overline{NK} 愈大，渐开线愈趋于平直；反之，则曲率半径愈小，渐开线愈弯曲。

(4) 渐开线的形状取决于基圆的大小。如图14-24所示，基圆半径愈小，渐开线愈弯曲；基圆半径增大时，渐开线趋于平直。当基圆半径为无穷大时，其渐开线将变为直线。齿条的齿廓即为变成直线的渐开线。

(5) 基圆内无渐开线。

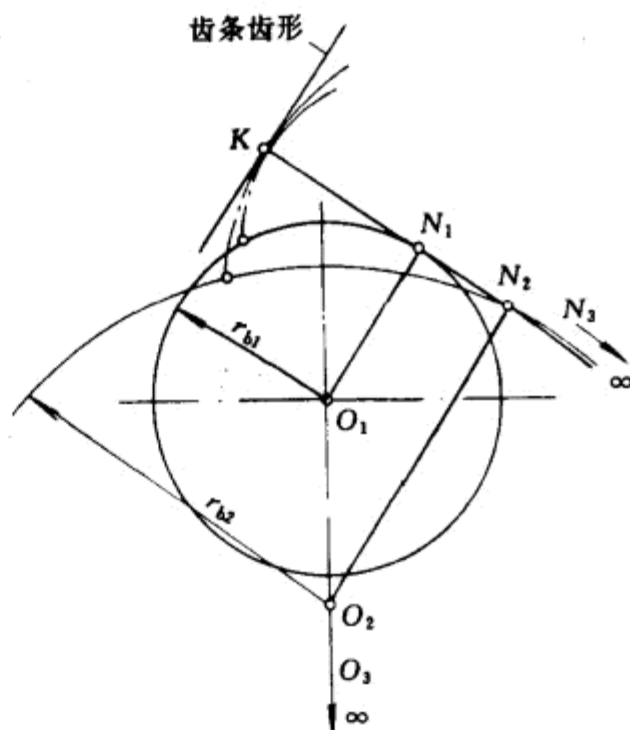


图 14-24 不同半径基圆的渐开线

五、直齿圆柱齿轮的主要参数和几何尺寸

(一) 外啮合齿轮

1. 主要参数

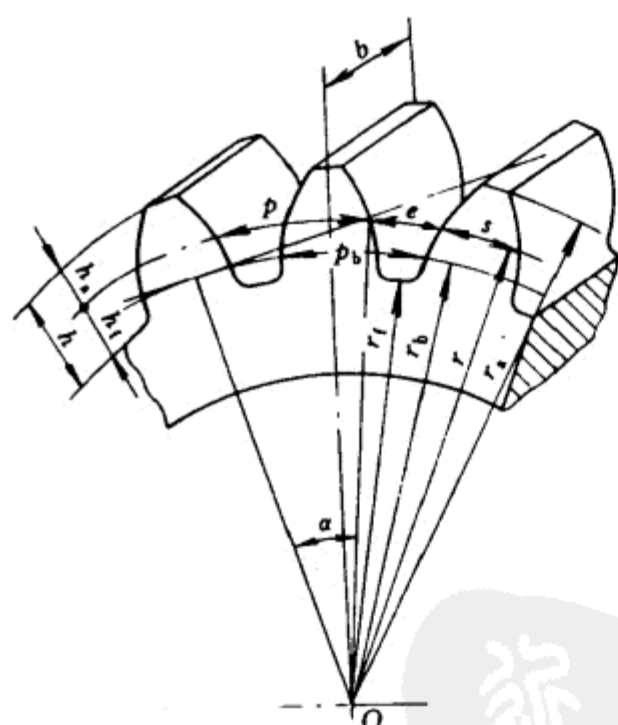


图 14-25 标准直齿圆柱齿轮各部分的名称和符号

齿轮的压力角、齿数、齿距和模数是几何尺寸计算的主要参数和依据。图14-25是标准直径圆柱齿轮的一部分。

(1) 齿数 在齿轮整个圆周上轮齿的总数称为齿数，用 z 表示。

(2) 分度圆 分度圆是齿轮上一个特定的圆。轮齿的厚度(齿厚 s)与两个相邻的轮齿间的距离(齿槽宽 e)相等处的圆称为基圆，其直径用 d 表示，半径用 r 表示。

(3) 齿距 相邻两齿同侧齿廓在分度圆上的弧长为齿距，用 p 表示。它等于分度圆上的齿厚 s 与齿槽宽 e 之和，即 $p = s + e$

(4) 模数 模数是齿轮几何尺寸计算中最基本的一个参数。设分度圆直径为 d ，齿距为 p ，则分度圆周长 $\pi d = zp$ ，可得 $p/\pi = d/z$ 。

由于 π 是无理数，为了计算和制造的方便，人为地把 p/π 规定为有理数，即齿距 p 除以圆周率 π 所得的商，称为模数，用 m 表示，单位为mm，即 $m = p/\pi = d/z$ 。

模数是表示齿形大小的，模数愈大，轮齿尺寸愈大，齿轮承载能力也愈大。模数已经标准

化,国家标准GB 1357—87规定了标准模数系列,见表14—7。

表 14—7

齿轮标准模数系列(GB 1357—87)

单位: mm

第一系列	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6
	8	10	12	16	20	25	32	40	50
第二系列	1.75	2.25	2.75	(3.25)	3.5	(3.75)	4.5	5.5	(6.5)
	7	9	(11)	14	18	22	28	36	45

注: 1. 应优先选用第一系列, 括号内的模数尽可能不用。

2. 对斜齿圆柱齿轮及人字齿轮, 取法面模数为标准模数; 对圆锥齿轮, 取大端模数为标准模数。

(5) 压力角 渐开线齿廓上任意一点的受力方向线和运动方向线之间的夹角叫做压力角, 如图14—26所示。对于渐开线圆柱齿轮分度圆上压力角的大小可用下式表示

$$\cos\alpha = \frac{r_b}{r}$$

式中 α ——分度圆上的压力角

r_b ——基圆半径

r ——分度圆半径

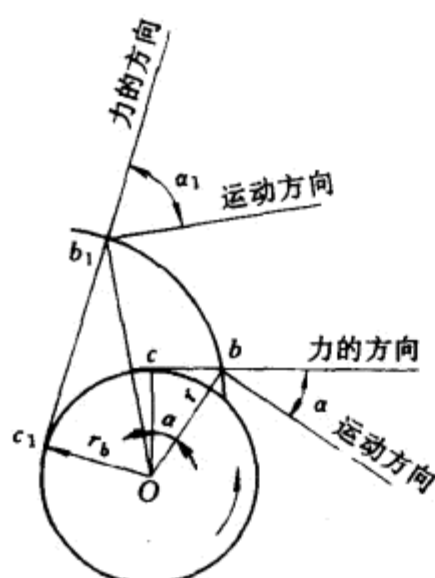


图 14—26 压力角

受力方向线应该和齿廓曲线垂直。对于渐开线齿形, 受力方向线就是基圆的切线, 也就是渐开线的法线。或者说, 渐开线上各点的法线与基圆相切。

渐开线上的压力角是不相等的。靠近齿顶的压力角较大, 靠近根部的压力角较小, 基圆上的压力角是指分度圆上的。假如分度圆上的压力角为 20° , 则分度圆外的压力角大于 20° , 分度圆内的压力角小于 20° 。

压力角大小对齿形有直接关系。当压力角 α 较大时, 齿形的齿顶变尖, 齿根较粗, 因此轮齿的根部强度大些, 见图14—27(c)。反之, 齿顶较宽, 齿根瘦些, 轮齿的根部强度较低, 见图14—27(a)。图14—27(b)所示的齿形, 介于两者之间。

压力角已经标准化, 国家标准规定标准压力角为 20° , 并定在分度圆上。目前在机床齿轮中常用的压力角为 20° , 在汽车齿轮上有采用 $16^\circ 30'$ 、 $17^\circ 30'$ 、 $21^\circ 30'$ 和 $22^\circ 30'$ 的压力角。有些国家有采用 $14^\circ 30'$ 和 15° 的压力角。

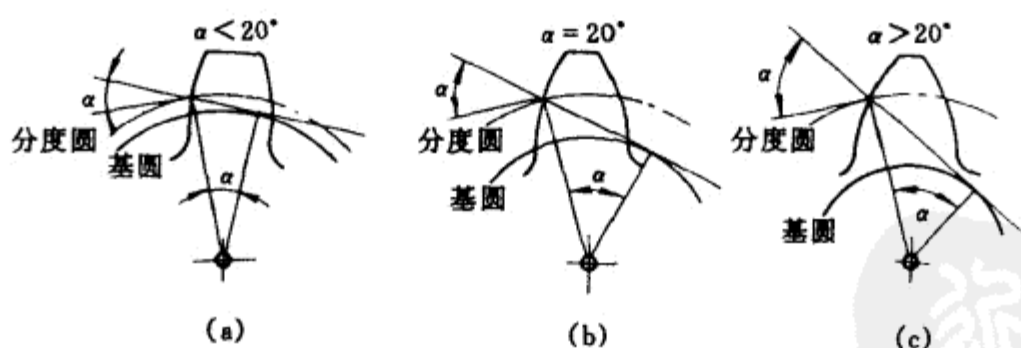


图 14—27 压力角对齿形的影响

(a) $\alpha < 20^\circ$ (b) $\alpha = 20^\circ$ (c) $\alpha > 20^\circ$

2. 几何尺寸

图14—25为外啮合标准直齿圆柱齿轮各部分的名称和符号。

(1) 分度圆直径 分度圆直径是表示齿轮大小的参数, 用 d 表示, 半径用 r 表示。计算公式为:

$d=mz$ 。把在分度圆直径上的压力角和模数都取为标准值,且端面齿厚(齿厚)和端面槽宽(槽宽)相等的齿轮,称为标准齿轮。

(2) 齿距 在齿轮上,两个相邻而同侧的端面齿距之间的分度圆弧长,称为端面齿距,简称齿距,用 p 表示。计算公式为: $p=\pi m$

(3) 齿厚 在圆柱齿轮的端面上,一个齿的两侧齿廓之间的分度圆弧长称为端面齿厚,简称齿厚,用 s 表示。对于标准齿轮,计算公式为: $s=\frac{p}{2}=\frac{\pi m}{2}$ 。

(4) 槽宽 齿轮上相邻两轮齿之间的空间叫齿槽。在端面上,一个齿槽的两侧齿廓之间的分度圆弧长,称为端面齿槽宽,用 e 表示。对于标准齿轮,计算公式为: $e=\frac{p}{2}=\frac{\pi m}{2}=s$ 。

(5) 齿顶高 齿顶高与分度圆之间的径向距离称为齿顶高,用 h_a 表示。为了使轮齿的齿形均称,齿顶高和模数按一定的系数成正比。计算公式为: $h_a=h_a^*m$ 。 h_a^* 为齿顶高系数,对于正常的标准齿轮 $h_a^*=1$,短齿标准齿轮 $h_a^*=0.8$ 。

(6) 齿根高和顶隙 齿根圆与分度圆之间的径向距离称为齿根高,用 h_f 表示。为了使两齿轮在啮合传动时,避免一齿轮的齿顶与另一齿轮的齿槽的底部接触,在齿顶和齿槽底部留有一定的间隙。即在齿轮副中,一个齿轮的齿根圆柱面与相啮合齿轮的齿顶圆柱面之间在连心线上量得的距离,称为顶隙,用 c 表示。计算公式为: $c=c^*m$; $h_f=h_a+c=(h_a^*+c^*)m$ 。 c^* 为顶隙系数。对于正常标准齿轮 $c^*=0.25$;短齿标准齿轮 $c^*=0.3$ 。

(7) 全齿高 齿顶圆和齿根圆之间的径向距离称为全齿高,用 h 表示。计算公式为: $h=h_a+h_f=(2h_a^*+c^*)m$ 。

(8) 齿顶圆直径 在圆柱齿轮上,其齿顶圆柱面与端面的交线,称为齿顶圆,其直径称为齿顶圆直径,用 d_a 表示,半径用 r_a 表示。正常标准齿轮的计算公式为: $d_a=d+2h_a=m(z+2h_a^*)$ 。

(9) 齿根圆直径 在圆柱齿轮上,其齿根圆柱面与端面的交线,称为齿根圆,其直径称为齿根圆直径,用 d_f 表示,半径用 r_f 表示。正常标准齿轮的计算公式为: $d_f=d-2h_f=m(z-2h_a^*-2c^*)$ 。

(10) 基圆直径 渐开线圆柱齿轮上的一个假想圆,形成渐开线齿廓的发生线在此假想圆的圆周上作纯滚动时,此假想圆就称为基圆,其直径称为基圆直径,用 d_b 表示,半径用 r_b 表示。由分度圆、压力角和基圆的几何关系($r_b=r\cos\alpha$),可得计算公式为: $d_b=d\cos\alpha$ 。

(11) 基圆齿距 在渐开线圆柱齿轮的一个端面上,相邻两个同侧齿廓的渐开线起始点之间的基圆弧长,称为基圆齿距,用 p_b 表示。计算公式为: $p_b=p\cos\alpha$ 。

(12) 齿宽 齿轮的有齿部位沿分度圆柱面的直径母线方向量得的宽度称为齿宽,用 b 表示。计算公式为: $b=(6\sim 12)m$,常取 $b=10m$ 。

(13) 中心距 标准齿轮平行轴或交错轴齿轮副的两轴线之间最短距离称为中心距,用 a 表示。计算公式为: $a=\frac{d_1}{2}+\frac{d_2}{2}=\frac{m}{2}(z_1+z_2)$ 。

为方便计算,将有关外啮合标准直齿圆柱齿轮各项几何尺寸的计算公式列于表14-8中。

3. 径节制圆柱齿轮

有些国家不用模数而用径节作为齿轮几何尺寸计算的基本参数,这样的齿轮称为英制齿轮。我国从国外进口的一些家具木工机械设备中,可能会遇到这样的齿轮。径节 P 是圆周率与

表 14-8

外啮合标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算公式

单位: mm

名 称	代号	计 算 公 式	名 称	代号	计 算 公 式
模 数	m	通过计算定出	全 齿 高	h	$h = h_a + h_f = 2.25m$
压 力 角	α	$\alpha = 20^\circ$	顶 隙	c	$c = c^*m = 0.25m$
齿 数	z	由传动比计算求得	分度圆直径	d	$d = mz$
齿 距	p	$p = \pi m$	基 圆 直 径	d_b	$d_b = d \cos \alpha = mz \cos \alpha$
齿 厚	s	$s = p/2 = \pi m/2$	齿顶圆直径	d_a	$d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$
槽 宽	e	$e = s = p/2 = \pi m/2$	齿根圆直径	d_f	$d_f = d - 2h_f = m(z - 2.5)$
基圆齿距	p_b	$p_b = p \cos \alpha = \pi m \cos \alpha$	齿 宽	b	$b = (6 \sim 12)m$, 通常取 $b = 10m$
齿 顶 高	h_a	$h_a = h_a^* m = m$	中 心 距	a	$a = d_1/2 + d_2/2 = m/2(z_1 + z_2)$
齿 根 高	h_f	$h_f = (h_a^* + c^*)m = 1.25m$			

齿距 p 的比值,也是齿数 z 与分度圆直径 d 之比,单位为 $1/\text{in}$,即 $P = \frac{\pi}{p} = \frac{z}{d}$,从式中可知,径节 P 正好是模数 m 的倒数,又因 $1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}$,故其换算关系为 $m = \frac{25.4}{P} \text{ mm}$ 。

(二) 内啮合齿轮

当两轴平行,两轮转向相同时,为使结构紧凑,可采用内啮合齿轮传动,其大齿轮为内齿轮,与其啮合的小齿轮为外齿轮。如图14-28所示,内齿轮的轮齿分布在空心圆柱的内表面上,相同基圆的内、外齿轮的齿廓曲线为完全相同的渐开线,但轮齿的形状有以下不同点:

(1) 外齿轮的轮齿是外凸的,而内齿轮的轮齿是内凹的。所以内齿轮的齿槽宽相当于外齿轮的齿厚。

(2) 内齿轮的齿顶圆小于齿根圆,而外齿轮的齿顶圆大于齿根圆。

(3) 为保证内齿轮的齿顶部分都是渐开线,齿顶圆必须大于基圆。

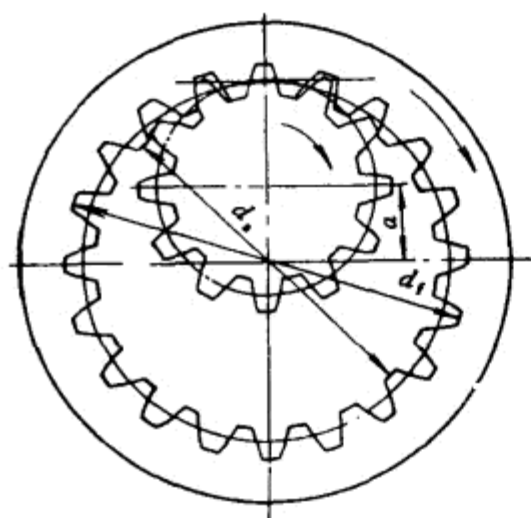


图 14-28 内啮合齿轮传动

内齿轮的几何尺寸除齿顶圆直径、齿根圆直径和中心距之外,其它与标准直齿圆柱齿轮的计算方法相同。若取 $h_a^* = 1$, $c^* = 0.25$,则内齿轮的齿顶圆 d_a 、齿根圆直径 d_f 和标准中心距 a 可用表14-9中的公式计算。

表 14-9 内齿轮的主要尺寸计算公式 单位: mm

名 称	代 号	计 算 公 式
齿顶圆直径(内径)	d_a	$d_a = m(z - 2)$
齿根圆直径(根径)	d_f	$d_f = m(z + 2.5)$
中心距	a	$a = \frac{m}{2}(z_1 - z_2)$

(三) 齿轮齿条

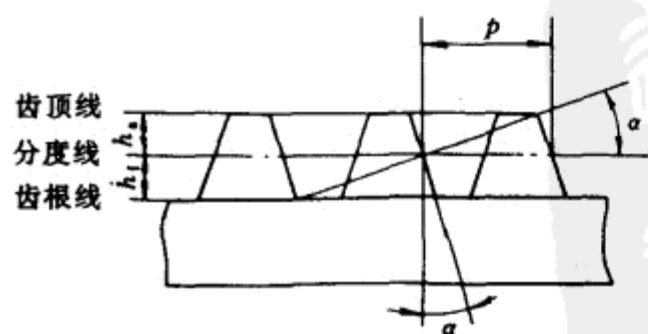


图 14-29 齿条

要把直线运动变为回转运动,或把回转运动变为直线运动时,可以采用齿轮齿条传动。图14-29为一齿条,齿条是圆柱齿轮的特殊形式,当齿轮的齿数增大到无穷多时,其圆心位于无穷远处,渐开线齿廓曲线变为直线。同时,齿顶圆、齿根圆、分度圆也变为相应的齿顶线、齿根线、分度线(也称为齿条中线)。齿条与齿轮相比有以下两个不同点:

(1) 由于齿条的齿廓是直线,所以齿廓上各点

的法线是平行的,且在传动时齿条作平动,齿条上各点的速度大小和方向相同。因此,齿廓上各点的压力角都相等,即 $\alpha=20^\circ$ 。

(2) 由于齿条的各同侧齿廓都是平行的,所以在与分度圆相平行的任一直线上的齿距都相等,即 $p=\pi m$ 。但齿厚与齿槽宽只有在分度圆上相等,即 $s=e$,在与分度圆平行的其它各直线上的齿厚与齿槽宽均不相等。

齿条的几何尺寸如 h_a 、 h_f 、 s 、 e 等,可参照外齿轮的几何尺寸计算公式进行计算。

六、渐开线直齿轮传动的正确啮合条件

一对齿轮能连续顺利地啮合传动,需要各对轮齿依次正确啮合互不干扰才行。如图14-30所示, KK' 是啮合线上一对轮齿开始啮合到终止的啮合线的实际长度,若每对轮齿的基圆齿距都不相等,则必定会出现齿廓的局部重叠或过大侧隙,即发生卡死($p_{b1}<p_{b2}$)或冲击($p_{b1}>p_{b2}$)现象。为保证正确啮合,必须使主、从动轮的基圆齿距相等,即 $p_{b1}=p_{b2}=KK'$ 。

$$\text{由基圆齿距} \quad p_b = \frac{2\pi r_b}{z} = \frac{2\pi r}{z} \cos\alpha$$

$$\text{得} \quad p_b = p \cos\alpha = \pi m \cos\alpha$$

$$\text{因为} \quad p_{b1} = p_{b2} \pi m_1 \cos\alpha_1 = p_{b2} \pi m_2 \cos\alpha_2$$

$$\text{所以} \quad m_1 \cos\alpha_1 = m_2 \cos\alpha_2$$

式中 m_1 、 m_2 和 α_1 、 α_2 分别为两轮的模数和压力角。而模数 m 和压力角 α 都已标准化,所以要满足上式,则应使

$$m_1 = m_2 = m$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$$

上式表明:渐开线直齿圆柱齿轮正确啮合条件是两齿轮在分度圆上的模数和压力角必须分别相等。

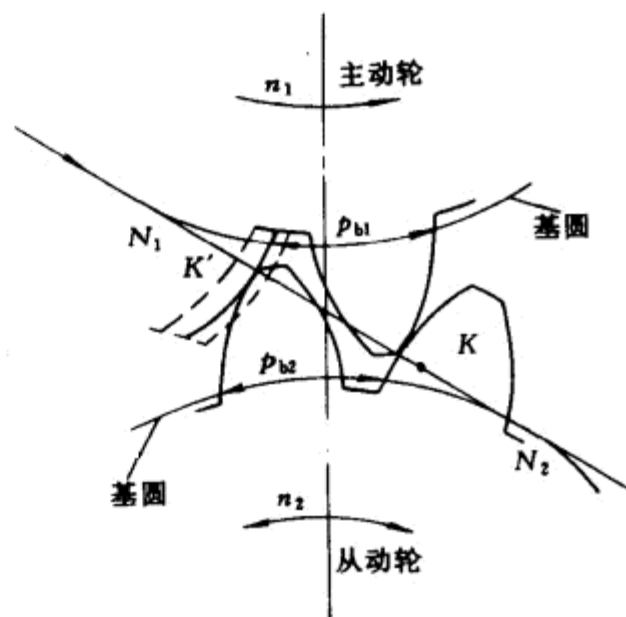


图 14-30 渐开线直齿圆柱齿轮的正确啮合条件

七、斜齿圆柱齿轮传动

(一) 斜齿圆柱齿轮传动的特点

斜齿圆柱齿轮又叫斜齿轮。如图14-31(a)所示,一对直齿轮啮合时,每个瞬间轮齿都沿着齿面(渐开面)上平行于轴线的直线顺序地进行接触。当一对轮齿的线条1部位进入啮合时是突然受力作用的,经过线条2、3、4以后脱离啮合,轮齿所受的力突然去掉,这样在高速重载的情况下,会引起噪声和冲击。

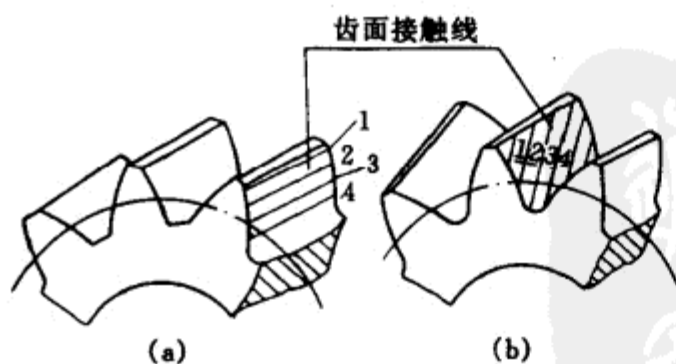


图 14-31 轮齿的啮合顺序
(a) 直齿 (b) 斜齿

如图14-31(b)所示,一对斜齿轮啮合时,齿面上的接触线是由一个齿的齿根(或齿顶)处开始,逐渐由短变长,再由长变短,至另一个齿的齿顶(或齿根)处为止。这样,同时啮合的齿数就比直

齿轮多,传动平稳,因此适宜于高速大功率传动,或受力较大的地方。此外,齿面磨损也比较均匀,延长了使用寿命。但是它也有一个缺点,例如由于斜线接触,在运转时会产生轴向力,螺旋角 β 愈大,轴向力也愈大,一般取 $7^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ 。这时需要加止推轴承,或用两个螺旋方向相反的斜齿圆柱齿轮组合在一起以平衡轴向力。其次,它不能作变速用的滑移齿轮。

(二) 斜齿圆柱齿轮的主要参数

1. 导程和螺旋角

在斜齿圆柱齿轮中,螺旋线绕圆柱体转一周沿轴线方向上升的距离称为导程(图14-32),用代号 p_z 表示。展开螺旋线与圆柱体轴线的夹角(或轮齿与轴线倾斜的角度)称为螺旋角,用代号 β 表示。

由于齿轮有齿顶圆直径、分度圆直径等等,所以这些直径上的螺旋角也不相同。斜齿轮的名义螺旋角是指分度圆上的螺旋角 β 。

因为

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{\pi d}{p_z} \\ \operatorname{tg} \beta_a &= \frac{\pi d_a}{p_z} \\ \frac{\pi d}{\operatorname{tg} \beta} &= \frac{\pi d_a}{\operatorname{tg} \beta_a} \\ \text{所以} \quad \operatorname{tg} \beta_a &= \frac{d_a}{d} \operatorname{tg} \beta \end{aligned}$$

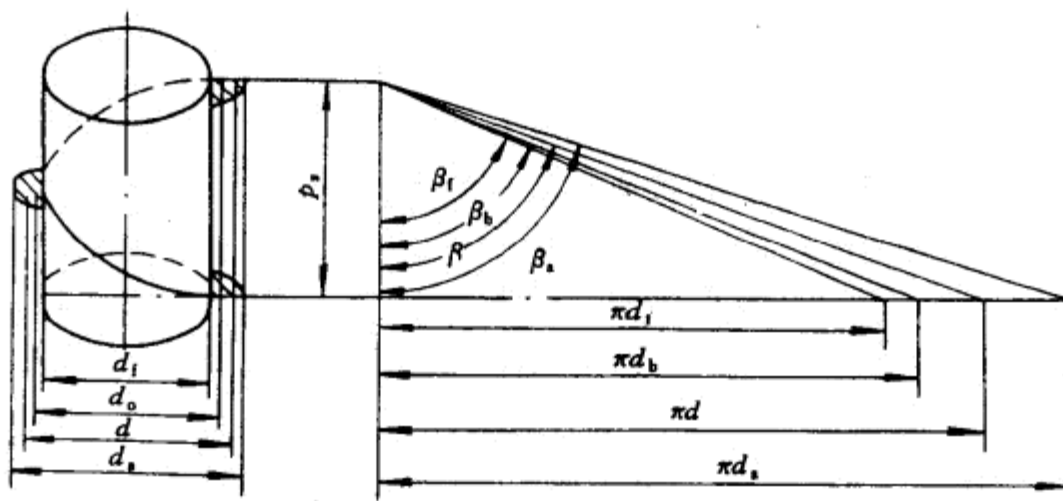


图 14-32 导程和螺旋角

斜齿轮的螺旋齿方向有左旋和右旋两种。如果把齿轮竖放,即轴线垂直(图14-32),则螺旋线向左上方倾斜的称为左旋齿轮;如果向右上方倾斜,就称为右旋齿轮。

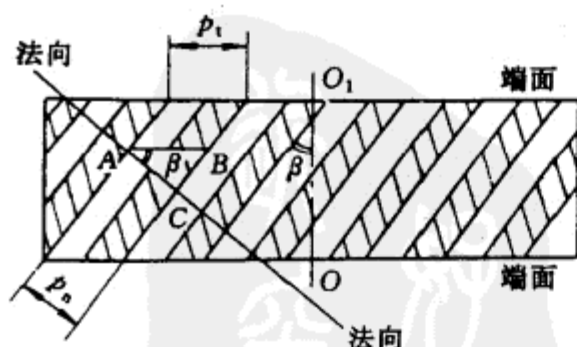


图 14-33 斜齿轮分度圆的展开图

$AB = p_t$, $AC = p_n$, $\angle BAC = \beta$, 则

2. 端面和法向

垂直于斜齿轮轴线的平面称为端面,用 t 作标记。在端面上整个斜齿轮的外形与直齿轮完全一样。垂直于轮齿螺旋线的平面称为法向平面,用 n 作标记。斜齿轮在法向平面上的形状是椭圆形的。

(1) 法向齿距 p_n 与端面齿距 p_t 图14-33是斜齿

$$p_n = p_t \cos \beta$$

因为 $7^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$, 且 $\cos \beta < 1$,

所以

$$p_n < p_t$$

(2) 法向模数 m_n 和端向模数 m_t

因为

$$p = \pi m$$

$$m = \frac{p}{\pi}$$

所以

$$m_n = \frac{p_n}{\pi}$$

$$m_t = \frac{p_t}{\pi}$$

因为

$$p_n = p_t \cos \beta$$

$$\text{所以 } m_n = \frac{p_t \cos \beta}{\pi} = m_t \cos \beta$$

一般斜齿轮都规定以法向模数为标准模数。这是因为切削时, 刀具一般都是顺着螺旋槽方向切削的。

(3) 法向齿形角 α_n 和端面齿形角 α_t 为了方便起见, 我们用斜齿轮条来分析(图14-34)。

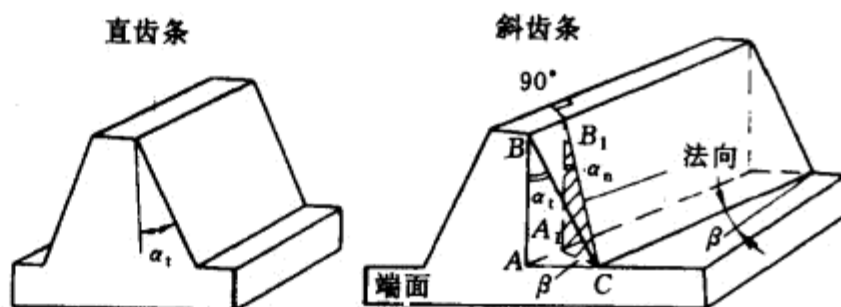


图 14-34 法向齿形角 α_n 和端面齿形角 α_t

因为

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{AC}{AB}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{A_1C}{A_1B_1}$$

而

$$AB = A_1B_1$$

$$AC = \frac{A_1C}{\cos \beta}$$

$$\text{所以 } \operatorname{tg} \alpha_t = \frac{A_1C}{AB \cos \beta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta}$$

$$\text{或 } \operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha_t \cos \beta$$

一般以法向模数为标准的斜齿轮, 它的标准齿形角就是法向齿形角。

3. 标准斜齿圆柱齿轮的正确啮合条件

标准斜齿圆柱齿轮的正确啮合条件是: 两齿轮法向模数相等, 齿形角相等, 螺旋角相等且螺旋方向相反, 即

$$m_{n1} = m_{n2} \quad \alpha_1 = \alpha_2 \quad \beta_1 = \beta_2$$

4. 斜齿圆柱齿轮的各部分尺寸计算

斜齿圆柱齿轮的各部分尺寸(图14-35)可按

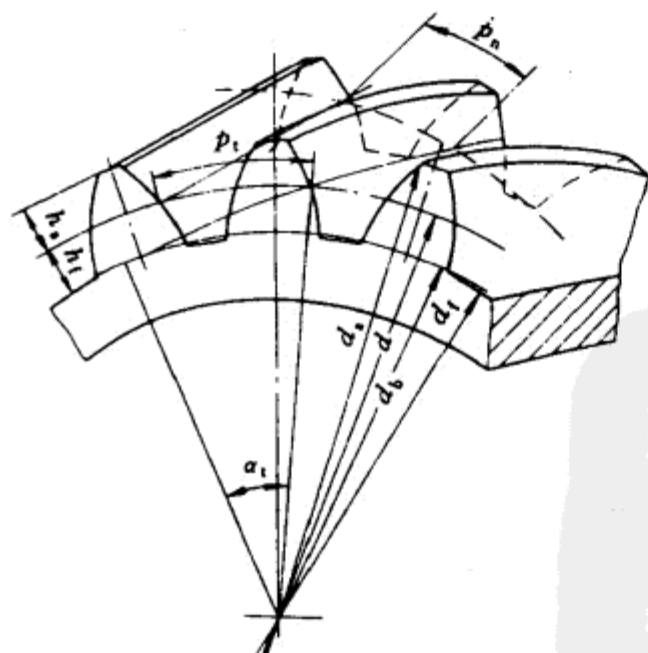


图 14-35 斜齿圆柱齿轮的各部分尺寸
表14-10所列公式计算。

续表

模 数	代 号	计 算 方 法	
分度圆直径	d_1, d_2	$d_1 = mz_1$	$d_2 = mz_2$
齿顶高	h_a	$h_a = m$	
齿根高	h_f	$h_f = 1.2m$	
全齿高	h	$h = 2.2m$	
齿顶间隙	c	$c = 0.2m$	
齿顶圆直径	d_{a1}, d_{a2}	$d_{a1} = d_1 + 2m\cos\delta_1$	$d_{a2} = d_2 + 2m\cos\delta_2$
齿根圆直径	d_{f1}, d_{f2}	$d_{f1} = d_1 - 2.4m\cos\delta_1$	$d_{f2} = d_2 - 2.4m\cos\delta_2$
外锥距	R	$R = \sqrt{r_1^2 + r_2^2} = \frac{m}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = \frac{d_1}{2\sin\delta_1} = \frac{d_2}{2\sin\delta_2}$	
齿顶角	θ_a	$\theta_a = \tan^{-1} \frac{h_a}{R}$	
齿根角	θ_f	$\theta_f = \tan^{-1} \frac{h_f}{R}$	
根锥角	δ_n, δ_{n2}	$\delta_n = \delta_1 - \theta_f$	$\delta_{n2} = \delta_2 + \theta_f$
顶锥角	δ_{a1}, δ_{a2}	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_a$	$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_a$
齿 宽	b	$b \approx 0.3R$	

九、蜗轮蜗杆传动

在两轴轴线呈 90° ,而彼此既不平行又不相交的情况下,可以采用蜗轮蜗杆传动。

蜗轮蜗杆的传动特点是:蜗杆一般是主动轮,蜗轮是从动轮,因此能用于防止倒转的装置(如起重机、卷扬机)上。它的最大特点是减速,并能得到较大的传动比,且体积小,所以常用于减速装置上。

1. 蜗轮蜗杆传动的特点

普通蜗轮蜗杆传动实质上是斜齿圆柱齿轮传动的一种特殊形式,蜗杆相当于一个齿数很少而螺旋角较大的小齿轮,蜗轮则相当于一个沿齿宽方向为凹圆弧形的大齿轮。按螺旋线的方向,蜗杆有右旋和左旋之分,常用的为右旋。按蜗杆上的头数不同,可分为单头蜗杆和多头蜗杆。

蜗轮蜗杆传动的优点是:①运动平衡,噪声小;②传动承载能力较大;③传动比大,在动力系统中传动比 i 可达60,在分度机构中传动比 i 可高达500以上;④蜗轮蜗杆传动结构紧凑;⑤当蜗杆的螺旋角 β 小于摩擦角时(一般 $\beta < 5^\circ$),蜗杆传动机构还具有自锁作用,如旋切机的刀门的微调机构就利用了这一特点。

蜗轮蜗杆传动的缺点是:①传动时有较大的轴向力,齿面相对滑动速度较大,长时间工作后易产生磨损与发热;②传动中功率损失大,传动效率低,故蜗轮蜗杆传动一般用于功率不大或不连续工作的场合。

2. 蜗轮蜗杆传动的类型

按蜗杆形状不同,蜗杆传动可分为两种:圆柱蜗杆传动和圆弧面蜗杆传动,如图14-37所示。其中,圆柱蜗杆传动应用较广泛。按蜗杆螺旋面的形状又可分为三种:阿基米德蜗杆,其轴向截面齿形两侧是直线,如图14-38(a)所示;法向直廓蜗杆,其法向截面齿形两侧是直线,如图14-38(b)所示;渐开线蜗杆,如图14-38(c)所示。以阿基米德蜗杆用得最多。

3. 蜗轮蜗杆传动的基本参数

(1) 模数 m 、齿形角 α 和齿距 p 如图14-39所示,在中间平面内,蜗杆和蜗轮的啮合就相

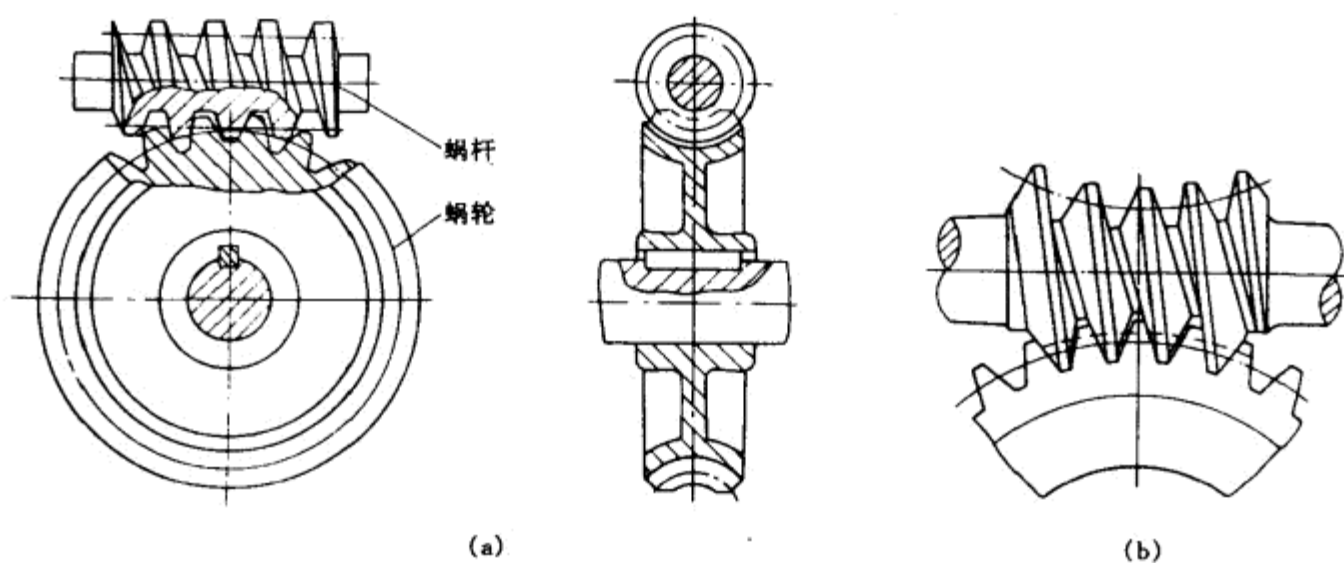


图 14-37 蜗杆传动
(a) 圆柱蜗杆传动 (b) 圆弧面蜗杆传动

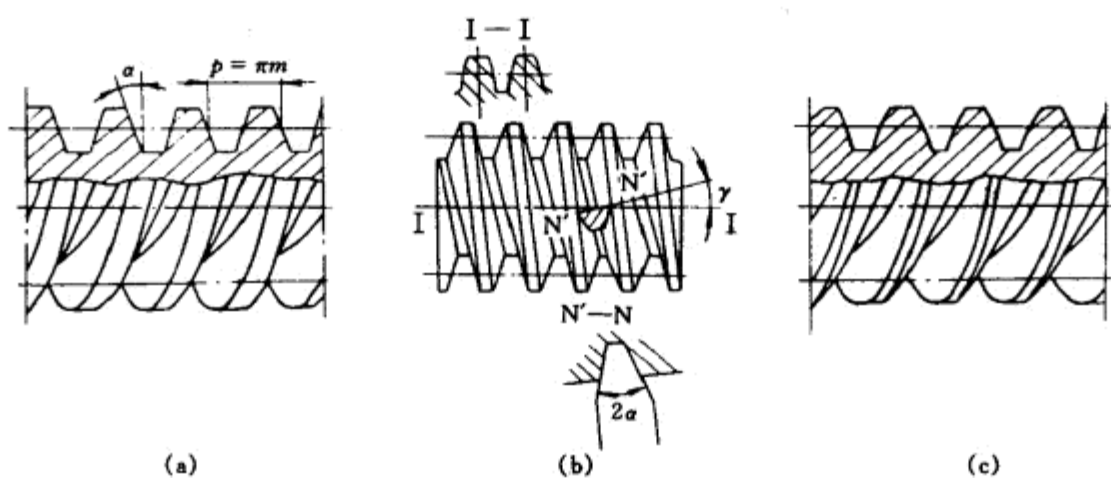


图 14-38 蜗杆螺旋面的形状
(a) 阿基米德蜗杆 (b) 法向直廓蜗杆 (c) 渐开线蜗杆

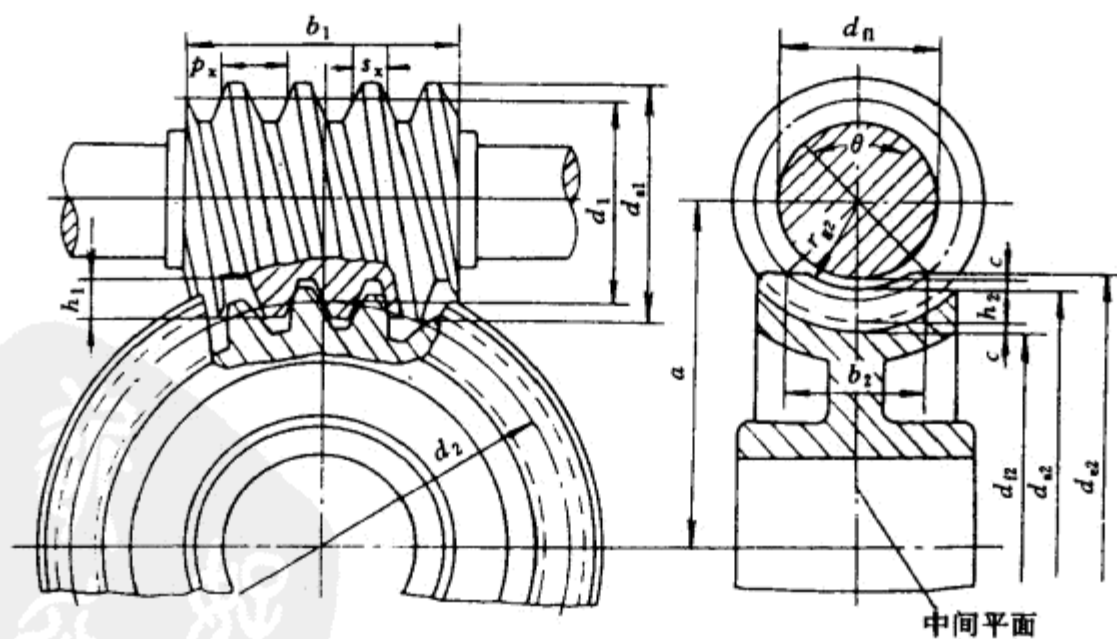


图 14-39 蜗杆传动几何参数

当于渐开线齿轮与齿条的啮合。为了加工方便,规定在中间平面内的几何参数应是标准值。所以,蜗杆的轴向模数和蜗轮的端面模数应相等,并为标准值,分别用 m_{x1} 和 m_{t2} 表示,且 $m_{x1}=m_{t2}=m$ 。

这样单头蜗杆转一圈,在中间平面内相当于齿条沿轴向移动一个齿距($p_{x1} = \pi m_{x1} = \pi m$)。显然,蜗杆的齿距是 π 的倍数而成为模数螺纹。在蜗杆副中,中间平面内的蜗轮分度圆在蜗杆节线上是作纯滚动,当蜗杆转过一个或几个齿距(多头蜗杆)时,蜗轮相应地转过一个齿距 p_{x2} (或几个齿距),即 $p_{x1} = p_{x2} = p = \pi m$ 。同时,蜗杆的齿形角也规定其轴向齿形角 α_{x1} 等于蜗轮的端面齿形角 α_{x2} ,并为标准值,即 $\alpha_{x1} = \alpha_{x2} = \alpha = 20^\circ$ 。标准模数 m 值见表14-12。

表 14-12 蜗杆传动的标准模数 m 、直径系数 q 及 $m\sqrt[3]{q}$ 值

m/mm	1	1.5	2	2.5	3	(3.5)	4	(4.5)	5	6	(7)	8	(9)	10	12
q	14	14	13	12	12	12	11	11	10	9	9	8	8	8	8
$m\sqrt[3]{q}$ /cm	0.29	0.43	0.47	0.57	0.69	0.80	0.89	1.01	(1.08)	(1.11)	(1.11)	(1.11)	(1.11)	(1.11)	(1.11)
									(1.14)	(1.34)	(1.56)	(1.78)	(2)	(2.23)	(2.66)

注: 1. 括号中的数值尽量不用。

2. 当用非标准滚刀或飞刀切削时, q 值不受此限制。

(2) 蜗杆直径系数 q 、导程角 γ 和蜗轮的螺旋角 β 设 z_1 为蜗杆头数, γ 为蜗杆的导程角(指圆柱螺旋线的切线与端面之间所夹的锐角), p_{x1} 为蜗杆的轴向齿距, d_1 为分度圆直径, m_{x1} 为轴向模数, $z_1 p_{x1}$ 为蜗杆的导程。如图14-40所示,在分度圆柱上,导程角 γ 和导程的关系为:

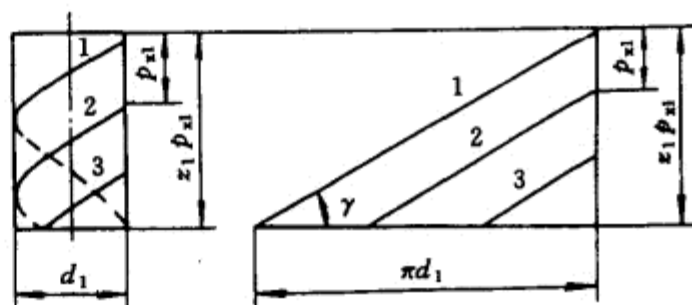


图 14-40 蜗杆展开图

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{z_1 p_{x1}}{\pi d_1} = \frac{z_1 \pi m_{x1}}{\pi d_1} = \frac{z_1 m_{x1}}{d_1}$$

则
$$d_1 = \frac{z_1}{\operatorname{tg} \gamma} m_{x1}$$

由上式可知,当蜗杆轴向模数 m_{x1} 确定后,分度圆直径 d_1 随 $z_1/\operatorname{tg} \gamma$ 的比值而改变。实际生产中为使刀具标准化、减少蜗轮滚刀数目,规定蜗杆头数 z_1 与导程角 γ 的正切 $\operatorname{tg} \gamma$ 之比为蜗杆直径系数,用 q 表示。 q 值见表14-13。这样

$$d_1 = qm$$

或
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{z_1}{\operatorname{tg} \gamma} m_{x1}$$

蜗轮轮齿和斜齿轮相似,把齿的旋向与轴线之间的夹角称为螺旋角,用 β 表示。并规定蜗杆分度圆柱面上的导程角 γ 应等于蜗轮分度圆柱面上的螺旋角 β ,并且两者的螺旋方向必须相同,即 $\gamma = \beta$ 。

(3) 传动比 i 、蜗杆头数 z_1 和蜗轮齿数 z_2 设蜗杆的头数为 z_1 ,其转速为 n_1 ;蜗轮齿数为 z_2 ,其转速为 n_2 。则传动比 i 为

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

蜗杆头数 z_1 和蜗轮齿数 z_2 ,由传动比 i 来决定。在传动中,蜗轮齿数不宜过多,否则结构不紧凑。蜗杆头数 z_1 和蜗轮齿数 z_2 的对应关系见表14-13。

蜗轮齿数 z_2 可根据传动比 i 和蜗杆头数 z_1 决定,即 $z_2 = z_1 i$ 。为了避免蜗轮根切,当 $z_1 = 1$ 时, $z_{2\min} = 18$;当 $z_1 > 1$ 时, $z_{2\min} = 27$ 。对于一般动力传动, z_1 和 z_2 可按表14-13选用。

4. 普通蜗杆传动的正确啮合条件

表 14-13

蜗杆头数 z_1 与蜗轮齿数 z_2 的推荐值

$i = z_2/z_1$	z_1	z_2	$i = z_2/z_1$	z_1	z_2
7~8	4	28~32	25~40	1~2	28~80
9~13	3~4	27~52	>40	1	>40
14~24	2~3	28~81			

普通蜗杆传动的正确啮合条件是:

- (1) 在中间平面内,蜗杆的轴向模数 m_{x1} 和蜗轮的端面模数 m_{t2} 相等,即 $m_{x1}=m_{t2}=m$;
- (2) 在中间平面内,蜗杆的轴向齿形角 α_{x1} 和蜗轮的端面齿形角 α_{t2} 相等,即 $\alpha_{x1}=\alpha_{t2}=\alpha=20^\circ$;
- (3) 蜗杆分度圆柱面导程角 γ 与蜗轮分度圆柱面螺旋角 β 相等,且螺旋方向一致,即 $\gamma=\beta$ 。

5. 蜗杆蜗轮的几何尺寸计算

蜗杆蜗轮的几何尺寸,如图14-39所示,其计算公式可按表14-14计算。

表 14-14

圆柱蜗杆传动基本几何尺寸计算公式

单位: mm

名 称	代 号	关 系 式	说 明
中心距	a	$a = (d_1 + d_2 + 2x_2m)/2$	按规定选取
蜗杆头数	z_1		按规定选取
蜗轮齿数	z_2		按传动比确定
齿形角	α	$\alpha_x = 20^\circ$ 或 $\alpha_n = 20^\circ$	按蜗杆类型确定
模 数	m	$m = m_x = \frac{m_n}{\cos \gamma}$	按规定选取
传动比	i	$i = n_1/n_2$	蜗杆为主动,按规定选取
齿数比	u	$u = z_2/z_1$ 当蜗杆主动时, $i = u$	
蜗轮变位系数	x_2	$x_2 = \frac{a}{m} - \frac{d_1 + d_2}{2m}$	正常蜗轮变位系数取零
蜗杆直径系数	q	$q = d_1/m$	
蜗杆轴向齿距	p_x	$p_x = \pi m$	
蜗杆导程	p_z	$p_z = \pi m z_1$	
蜗杆分度圆直径	d_1	$d_1 = m q$	按规定选取
蜗杆齿顶圆直径	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} = d_1 + 2h_a^* m$	
蜗杆齿根圆直径	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 - 2(h_a^* m + c)$	
顶 隙	c	$c = c^* m$	按规定
渐开线蜗杆基圆直径	d_{b1}	$d_{b1} = d_1 \tan \gamma / \tan \gamma_b = m z_1 / \tan \gamma_b$	
蜗杆齿顶高	h_{a1}	$h_{a1} = h_a^* m = \frac{1}{2}(d_{a1} - d_1)$	按规定
蜗杆齿根高	h_{f1}	$h_{f1} = (h_a^* + c^*) m = \frac{1}{2}(d_{a1} - d_{f1})$	
蜗杆齿高	h_1	$h_1 = h_{a1} + h_{f1} = \frac{1}{2}(d_{a1} - d_{f1})$	
蜗杆导程角	γ	$\tan \gamma = m z_1 / d_1 = z_1 / q$	
渐开线蜗杆基圆导程角	γ_b	$\cos \gamma_b = \cos \gamma \cos \alpha_n$	
蜗杆齿宽	b_1		由设计确定
蜗轮分度圆直径	d_2	$d_2 = m z_2 = 2a - d_1 - 2x_2 m$	正常蜗轮 $x_2 = 0$
蜗轮喉圆直径	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2h_{a2}$	
蜗轮齿根圆直径	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2h_{f2}$	
蜗轮齿顶高	h_{a2}	$h_{a2} = \frac{1}{2}(d_{a2} - d_2) = m(h_a^* + x_2)$	正常蜗轮 $x_2 = 0$
蜗轮齿根高	h_{f2}	$h_{f2} = \frac{1}{2}(d_2 - d_{f2}) = m(h_a^* - x_2 + c^*)$	正常蜗轮 $x_2 = 0$
蜗轮齿高	h_2	$h_2 = h_{a2} + h_{f2} = \frac{1}{2}(d_{a2} - d_{f2})$	

续表

名 称	代 号	关 系 式	说 明
蜗轮咽喉母圆半径	r_{g2}	$r_{g2} = a - \frac{1}{2}d_{g2}$	
蜗轮齿宽	b_2		由设计确定
蜗轮齿宽角	θ	$\theta = 2\arcsin\left(\frac{b_2}{d_1}\right)$	
蜗杆轴向齿厚	s_x	$s_x = \frac{1}{2}\pi m$	
蜗杆法向齿厚	s_n	$s_n = s_x \cos\gamma'$	
蜗轮齿厚	s_1	按蜗杆节圆处轴向齿槽宽 e_1 确定	
蜗杆节圆直径	d_1'	$d_1' = d_1 + 2x_2m = m(q + 2x_2)$	
蜗轮节圆直径	d_2'	$d_2' = d_2$	

十、齿轮变速装置

变速装置是指在输入转速不变的条件下,使从动轮(轴)得到不同的转速的传动装置。一般在家具木工机械上常用的变速装置有滑移齿轮变速装置、离合器变速装置及塔轮变速装置等,它们均属于有级变速装置。

1. 滑移齿轮变速装置

图14-41为滑移齿轮变速箱。主动轴 I 上装有四个固定齿轮 z_1, z_2, z_3, z_4 。而在从动轴 II 上装有两对双联齿轮 z_5, z_6, z_7, z_8 , 它们与轴只能轴向相对滑动而不能相对转动。当两对双联滑移齿轮分别与主动轴 I 上的固定齿轮依次啮合时, 则从动轴 II 可得到四种输出转速。

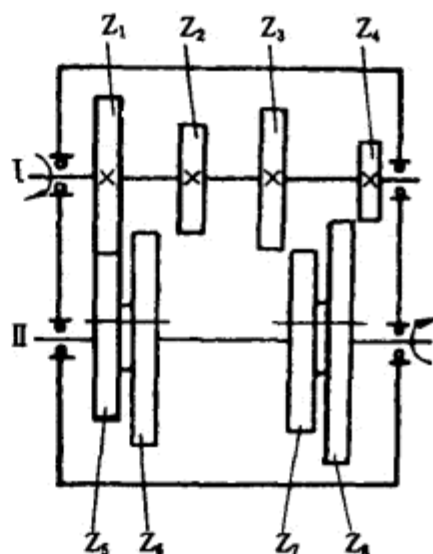


图 14-41 滑移齿轮变速箱

2. 离合器变速装置

图14-42为离合器式变速箱。它利用牙嵌式离合器进行变速, 由于离合器滑移而齿轮固定, 所以可以采用斜齿轮啮合传动, 主、从动齿轮交错排列, 缩小了轴向尺寸且操纵轻便。

在主动轴 I 上装有空转齿轮 z_1, z_2 , 离合器1通过滑键与轴连接而能在轴 I 上滑动。空转齿轮只有与离合器接合后才能与轴一起转动。中间轴 II 上装有三个固定齿轮 z_3, z_4, z_5 。从动轴 III 上装有空转齿轮 z_6 和 z_7 , 离合器2可在轴向滑动。当用手柄操纵离合器1和2, 使它们分别向右嵌合时, 即可得到四级输出速度。

3. 塔形齿轮变速装置

图14-43为塔形齿轮变速装置, 该装置主要用于能使从动轴得到许多种输出转速且转速又不太高的场合。例如在旋切机的刀床进给变速箱中, 就采用了类似的这种装置进行变速, 从而使旋切机能得多种厚度规格的单板。

主动轴1上装有滑移齿轮5和拨叉6, 从动轴9上装有由8个大小不一的齿轮组成的塔形齿轮10, 滑移齿轮5通过中间齿轮4将主动轴1的运动传递给塔形齿轮10中的任意一个, 使从动轴9获得8种不同的转速。由于塔形齿轮10由小变大, 所以可在变速箱体上制成插孔板8, 使插销7插入定位孔中, 从而限制滑移齿轮5在运动时产生滑动。

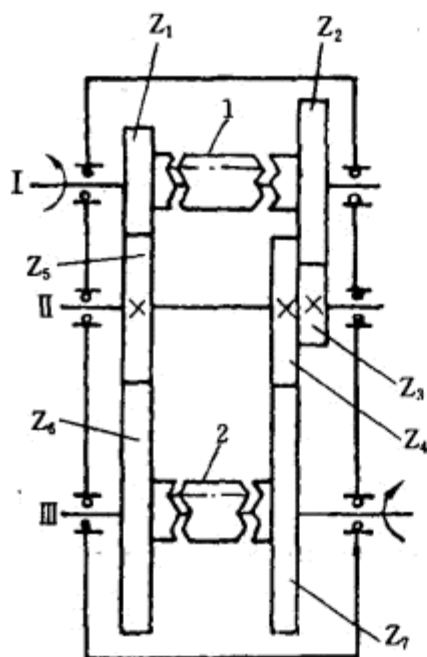


图 14-42 离合器式变速箱

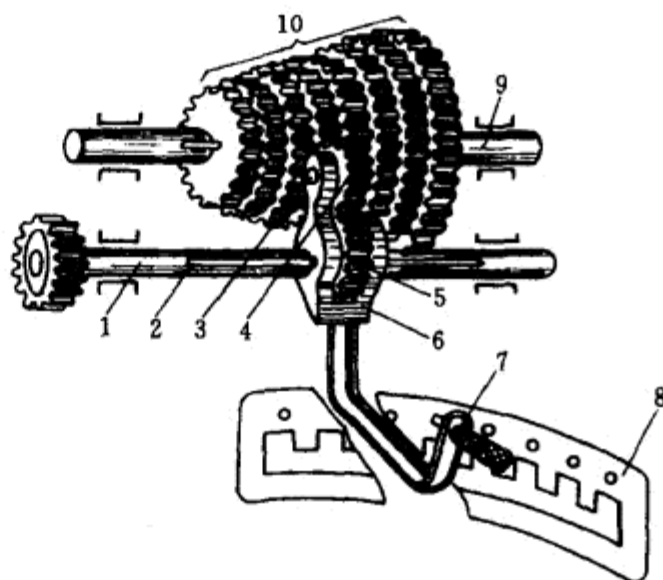


图 14-43 塔形齿轮变速装置

1—主动轴 2—键 3—中间齿轮轴 4—中间齿轮 5—滑移齿轮
6—拨叉 7—插销 8—插孔板 9—从动轴 10—塔形齿轮

第五节 其它机械传动

一、螺旋传动

螺旋传动是用内、外螺纹组成的螺旋副传递运动和动力的传动形式。它可以将回转运动转换成直线运动，具有传动连续平稳、结构简单、能传递较大的功率、并可以实现自锁和精密位移等优点。螺旋传动在家具木工机械中应用非常广泛。

常用的螺旋传动有普通螺旋传动、差动螺旋传动和滚珠螺旋传动等。

1. 普通螺旋传动

普通螺旋传动是由螺杆和螺母组成的单一螺旋副，有以下四种情况：

- (1) 螺母不动，螺杆回转并作直线运动，如螺旋千斤顶。
- (2) 丝杆不动，螺母回转并作直线运动。
- (3) 丝杆原地回转，螺母作直线运动，如带锯机的上锯卡的升降调整运动。
- (4) 螺母原地回转，螺杆作往复运动，如MX519型木工铣床上主轴的升降调整机构。

在普通螺旋传动中，丝杆（或螺母）转一转，螺母（或丝杆）移动一个导程 P_z 。在单线螺旋中，导程等于螺距。在多线螺旋中，导程等于螺距乘以线数，即

$$s = nP_z$$

式中 s ——移动距离，mm

n ——转数

P ——丝杆螺距，mm

z ——丝杆线数

2. 差动螺旋传动

差动螺旋传动是指由旋向不同或者螺距大小不同而组成的多螺旋副。

图14-44是一差动螺旋传动装置。丝杠1的a段螺纹在固定的螺母中转动。而b段螺纹在不

能转动而能移动的螺母3中转动。如果a段和b段的螺纹旋向相同,则螺母3的实际移动距离比本身螺距小;反之,如果a段和b段的螺纹旋向相反,则螺母3的实际移动距离比本身螺距大。用公式表示为

$$s=n(P_a \pm P_b)$$

式中 s ——螺母3的实际移动距离,mm

n ——丝杆1的转数

P_a 、 P_b ——分别为a、b段螺纹的螺距,mm

当a段与b段的螺旋方向相同时用“-”号;相反时用“+”号。

差动螺旋传动机构可以产生极小位移,而螺旋的导程并不需要很小,加工也比较容易,所以用于测微器、分度机构以及许多精密切削机床、仪器和工具中。

3. 滚珠螺旋传动

近年来,很多精密机床采用一种滚珠螺旋传动,这种传动的基本原理如图14-45所示,即把滚珠装在丝杠与螺母之间,螺旋槽做成圆弧形,螺母中的螺旋槽起点和终点用旁道回路连起来。传动时,滚珠一个跟着一个沿螺旋槽和回路连续传动。

滚珠螺旋传动的效率较高,因为它的摩擦因数较小。此外,还可以完全消除螺纹间的轴向和径向间隙。因此,在精密旋切机的刀床进给机构中得到应用,使旋切单板厚度误差减小;此外,在数控木工机床上也已得到广泛应用。

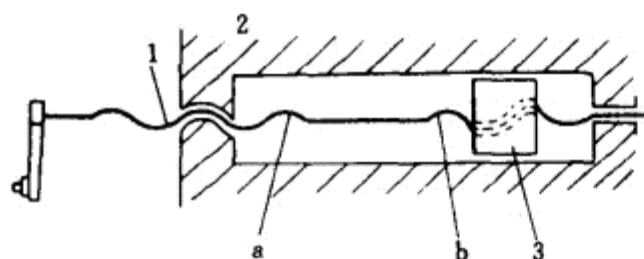


图 14-44 差动螺旋传动
1—螺杆 2—套 3—螺母

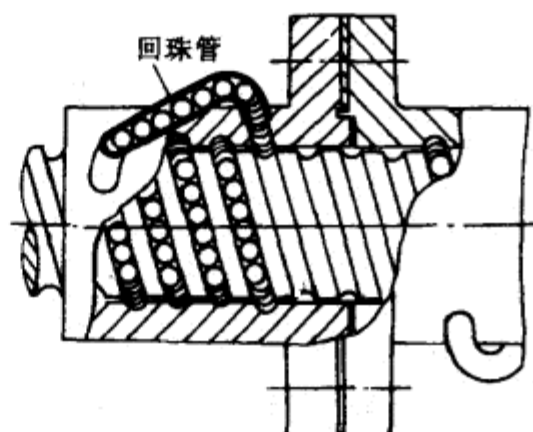


图 14-45 滚珠螺旋传动

二、摩擦轮传动

最简单的摩擦轮传动由两个相互压紧的圆柱摩擦轮组成,利用两轮的直接接触所产生的摩擦力来传递动力,如图14-46所示。为了使两轮在传动时不会发生相对滑动,两轮接触处必须具有足够大的摩擦大,即摩擦力应足以克服从动轮上的阻力。

因为摩擦力 $F=fN$,所以要增大摩擦力就必须增大两个摩擦面之间的正压力 N 或增大摩擦因数 f 。增大正压力,可以在摩擦轮上装置压紧弹簧(图14-46)或利用压缩空气气压等。但这会增大作用在轴和轴承上的力,因而增大了摩擦功降低了传动效率。因此不能单纯增加正压力,而应当在增加正压力同时,适当增大摩擦因数,就是将其中一个摩擦轮用钢或铸铁制成,另一个摩擦轮表面衬上一层石棉、皮革、橡

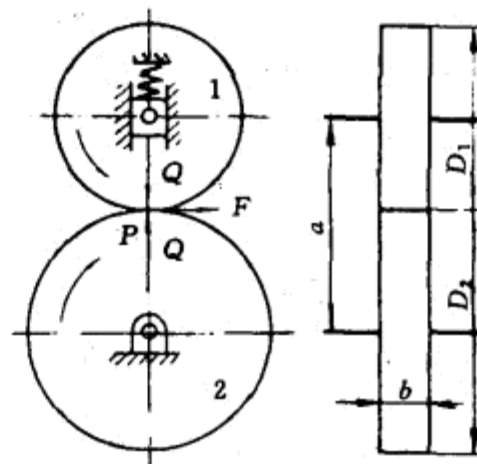


图 14-46 两轴平行的摩擦轮传动
1—主动轮 2—从动轮

胶、塑料或纤维材料等。

摩擦轮传动有下面几个优点: ①结构简单, 成本低廉; ②运转时无噪声; ③在机器运转时可以均匀平稳地变速, 而且起动、停止和变向都很方便; ④过载时, 两轮接触处即产生滑动, 可以防止机件损坏, 因而起了保险作用。但摩擦轮传动也有下面几个缺点: ①在两轮接触处有产生打滑现象, 所以不能保持准确的传动比; ②不宜传递较大的转矩, 因此只能用于高速小功率场合。

摩擦轮传动在家具木工机械中的应用已有较长历史。在跑车带锯机中, 跑车的前进和后退, 就是通过摩擦轮传动来实现的, 操纵很方便。具体请见有关带锯跑车章节。

1. 两轴平行的摩擦轮传动

两轴平行的摩擦轮传动分外接圆柱摩擦传动(图14-46)和内接圆柱摩擦传动两种。前者两轴转动方向相反, 后者相同。

如图14-46所示, 如果要使两个摩擦轮接触处 P 点不产生滑动, 则 P 点的圆周速度应该相等, 即 $v_1 = v_2$ 。

根据运动学

$$v_1 = r_1 \omega_1 \quad v_2 = r_2 \omega_2$$

则有

$$r_1 \omega_1 = r_2 \omega_2 \quad \text{即} \quad \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_1}{r_2}$$

又因

$$v_1 = \frac{\pi D_1 n_1}{60} \quad v_2 = \frac{\pi D_2 n_2}{60}$$

所以

$$D_1 n_1 = D_2 n_2 \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

则

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{r_2}{r_1} = i$$

即主动轮与从动轮的转速之比称为传动比, 用符号 i 表示。

式中 v_1, v_2 ——主动轮和从动轮的线速度, m/s或m/min

ω_1, ω_2 ——主动轮和从动轮的角速度, rad/s或rad/min

D_1, D_2 ——主动轮和从动轮的直径, mm

n_1, n_2 ——主动轮和从动轮的转速, r/min

2. 两轴相交的摩擦轮传动

两轴相交的摩擦轮传动, 同样有外接圆锥摩擦轮传动(图14-47)和内接圆锥摩擦轮传动。但在安装时, 两轮的锥顶必须重合, 这样才能使锥面上各点的线速度相等。其传动比 i 的计算方法与两轴平行的摩擦轮传动比的计算方法相同。

3. 可变速的摩擦轮传动

可变速的摩擦轮传动多采用圆柱表面接触, 如图14-48(a)所示。当轮1以实线位置与轮2接触时, 这时如果轮1为主动轮, 则从动轮2的转速就会降低。如果轮1以虚线位置与轮2接触, 则轮2的转速就比前者高(因其接触半径改变了)。图14-48(b)为利用中间小轮的变速摩擦轮传动, 如果轮1是主动轮, 则只要变动中间小轮3的轴向位置, 轮2就可以变速。

摩擦轮传动中的从动轮旋转方向, 与两轮相对位置有关。图14-48(a)中的轮1如果放在轮2的下面, 则轮2的旋转方向就会改变。

可变速的摩擦轮传动除了上述圆柱表面接触外, 还有端面接触的和圆锥面接触的等几种。摩擦轮传动还应用于离合器、制动器等方面。

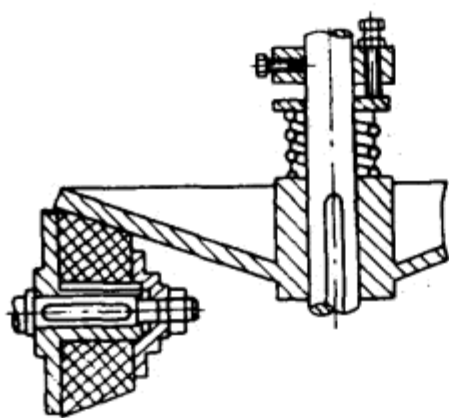


图 14-47 两轴相交的摩擦轮传动

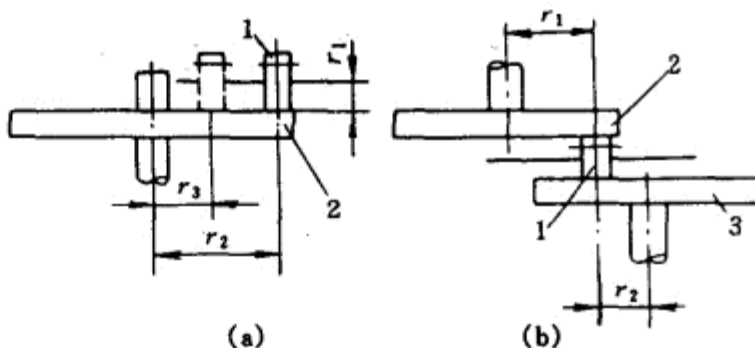


图 14-48 可变速的摩擦轮传动

(a) 主、从动轮直接接触 (b) 利用中间小轮

1—主动轮 2—从动轮 3—中间小轮

4. 摩擦盘无级变速机构

摩擦盘无级变速机构是机械无级变速机构中用得比较普遍的一种。图14-49是摩擦盘无级变速机构的传动原理图。电动机轴上的锥形摩擦盘1与底板支架6上的端面摩擦盘2靠弹簧3的压力贴紧，当锥形摩擦盘1以 n_1 转速转动时，由于摩擦力的作用，紧贴锥形摩擦盘1的端面摩擦盘2也随之转动，转速为 n_2 。若两摩擦盘之间没有相对滑动，在接触处，两盘的线速度应相等，即 $v_1 = v_2$ ，则可得到 $R_1 = R_2$ ，端面摩擦盘2的转速 n_2 应为：

$$n_2 = \frac{R_1}{R_2} n_1$$

式中 n_1 、 n_2 ——分别为锥形、端面摩擦盘转速，r/min

R_1 、 R_2 ——分别为锥形、端面摩擦盘接触点的半径，mm

通过齿轮5与齿条4的传动，可改变底板支架6的位置，即改变端面摩擦盘的接触半径，从而获得不同的传动比。它们的传动比可用下式表示：

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

这种无级变速机构由于结构简单，制造方便，在生产中应用较多。但传递的功率不大，也很少用做传动精确要求的变速机构。

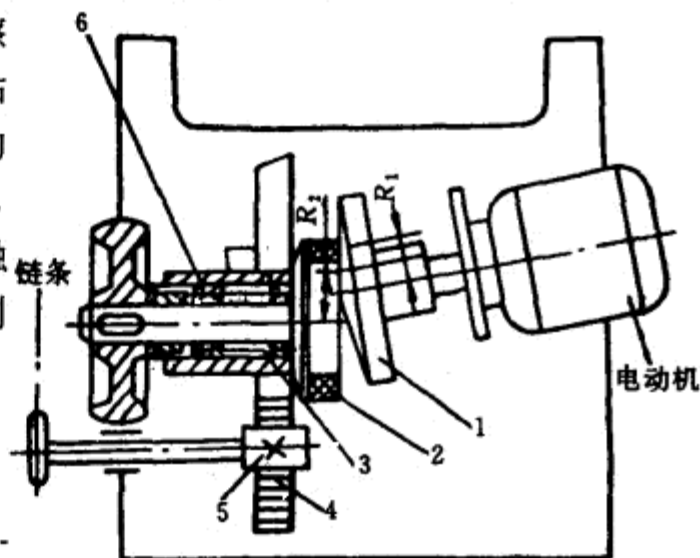


图 14-49 摩擦盘无级变速机构

1—锥形摩擦盘 2—端面摩擦盘 3—弹簧
4—齿条 5—齿轮 6—底板支架

第十五章 液压与气压传动基础知识

第一节 液压传动概述

液压传动是以液体(通常是油液)作为工作介质,利用液体的压力能来实现能量传递的传动方式。它与机械传动相比具有许多优点,所以液压传动是被广泛采用的传动方式之一。木工机械也愈来愈多地采用了液压传动。如液压控制的带锯机跑车,使原木的夹紧、车桩的侧向进给和微调、车摆、翻木、跑车的进退等动作均由液压传动来实现,提高了跑车的机械化和自动化程度,改善了劳动条件,减轻了劳动强度,使生产效率和产品质量均得到了提高。此外,木工榫槽机、旋切机、刨切机、热压机等设备中,也都广泛地采用液压传动。因此,液压传动是木工机械实现机械化和自动化的重要途径之一。

一、油液的特性

油液是液压传动系统中最常用的工作介质,又是液压元件的润滑剂。油液具有许多重要的特性,最重要的是压缩性和粘性。压缩性是表示油液受压缩作用后,其体积减小的性质。在液压传动常用的工作压力范围内,油液的压缩量极小,一般可忽略不计。因此,可近似地认为油液具有“不可压缩”的性质。粘性是表示油液流动时,流层之间产生内部摩擦阻力的性质。粘性的大小用粘度来衡量。粘度大,内部摩擦阻力大,油液不易流动。粘度小,内部摩擦阻力小,油液容易流动。油液的粘度随温度变化而变化。油温升高,粘度变小,流动性好。反之,粘度变大,流动性差。压力对粘度影响不大,一般不予考虑。

二、液压传动的特点

液压传动具有下列优点:

(1) 传动平稳 液压传动是依靠连续流动的油液进行的。油液本身具有“不可压缩”的性质,还具有吸振的能力。同时在系统中还可设置液压缓冲装置,所以传动十分平稳。

(2) 质量轻、体积小 液压传动与机械、电力等传动方式相比,在输出相等功率的条件下,体积和质量可减小很多,因此惯性小,动作灵敏。

(3) 承载能力大 液压传动易于获得很大的力和力矩。液压传动这一突出优点,使它能广泛地应用在需要产生巨大力量的各种机械上,例如人造板压机等。

(4) 容易实现无级调速 液压传动可以在一定范围内,根据需要进行无级调速,调节十分方便,且调节范围大,可达100:1到2000:1。

(5) 便于实现自动化 液压传动的压力、方向和流量是容易控制的,再加上电气装置的配合,就能形成各种工作机械自动化。

(6) 液压元件易于实现系列化、标准化、通用化,便于设计、制造和推广使用。

但是,液压传动也存在下列缺点:

(1) 液压元件制造精度高,加工和安装比较困难,因而泄漏难以避免,这样就会影响工作效

率和运动平稳性。对于传动比要求严格的场合下,就不宜采用。为了防止泄漏,就得提高元件的制造精度,但增加了成本。

(2) 油温及粘度的变化,会直接影响传动机构的工作性能。因此在低温及高温的条件下,采用液压传动有较大的困难。

(3) 油液中渗入空气后,容易引起爬行、振动、噪声以及动作的不平稳。

(4) 维修保养、故障的分析与排除,都要求有比较高的技术水平。

三、液压传动的基本原理

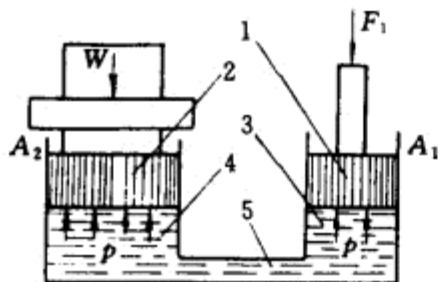


图 15-1 液压传动原理图

1—小活塞 2—大活塞 3—小液压缸
4—大液压缸 5—油管

在液压传动中,以油液为工作介质来传递动力和实现能量转换。图15-1为简易液压传动装置的原理图。图中3和4是两个液压缸,1和2是两个活塞,油管5将两个液压缸连通,使其成为一个密封容器,并在其中充满油液。当活塞1在外力 F_1 作用下向下移动时,使油液受到挤压作用。由于油液具有“不可压缩性”,因而产生压力 p ,使液压缸3内的油液通过油管5进入液压缸4,推动活塞2向上运动,完成举起重物 W 的工作。这种在密封容器内,利用受压液体传递压力能,再通过执行机构,把压力能转换成机械能而做功的传动方式,称为液压传动。

四、液压传动的基本概念

1. 油液压力和压力传递

图15-2为油液压力产生的原理图。油液2被装在密封容器内,如果活塞1上不加以任何重力(外力或负载),并且油液的自重和活塞的重力也略去不计,这时压力表3上的指针指在“0”位,这表明油液没有压力。如果在活塞上逐渐增加外力,可以看到压力表上的指针的偏转角度也随着增大,这表明油液有了压力,这个压力是外界作用力作用的结果。外力愈大,压力也愈大。在液压传动中,把垂直压向油液单位面积上的力称为油液压力,简称压力,并用 p 表示,它相当于物理学中压强的概念,即

$$p = \frac{F}{S}$$

式中 P ——油液压力, Pa

F ——作用在油液表面上的外力, N

S ——油液表面承受外力的面积, m^2

国际单位制中,压力单位为帕(Pa),但在实际应用中帕(Pa)太小,所以常用兆帕(MPa)为液压传动系统中的压力单位。

根据作用力与反作用力定律,压力为 p 的油液,作用在面积为 S 的物体上,所产生的液压作用力为

$$F_p = pS$$

式中 F_p ——液压作用力, N

p ——油液压力, Pa

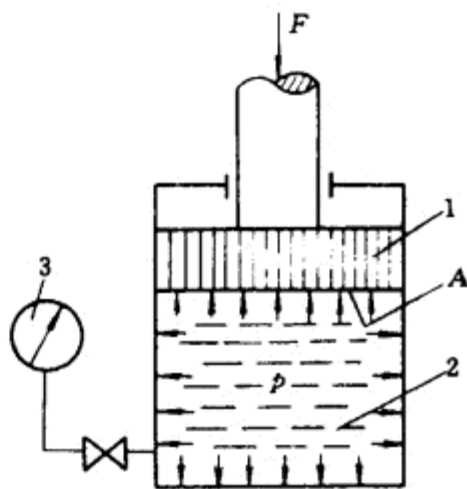


图 15-2 油液压力产生的原理图

1—活塞 2—油液 3—压力表

S ——承受油液压力作用的面积, m^2

由上述可知,油液受外力作用产生压力,这一压力通过作用面积产生液压作用力。显然,油液表面承受外力的面积 S ,即是承受油液压力作用的面积,即 $F_p = pS = F$,因此取得平衡,使油液处于静止状态。在密封容器内的静止油液,当一处受到外力作用产生压力,这个压力将通过油液传到各个连通容器内的任意点上,并且其压力值处处相等。这就是液压传动的静压传递原理,也就是帕斯卡原理。

根据静压传递原理,可以计算图15-1中力的比例关系。由于压力 p 以同样大小传到液压缸4,故活塞2上产生的作用力($F_p = F_2$)应为:

$$F_p = F_2 = pS$$

或
$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad \text{即} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

式中 S_1 、 S_2 ——活塞1、活塞2的面积, m^2

如果 S_2 很大, S_1 很小,则只需要很小的外力 F_1 ,便能获得很大的液压作用力 $F_p = F_2$;也就是说,力得到了放大。压机就是利用这个原理进行设计的。

液压传动的静压传递原理,是指静止液体受到外力或负载的挤压作用产生压力,并在密封容器内进行压力传递的。它也适用于流动液体压力的建立和传递。在液压传动系统(简称液压系统)中,是依靠流动的油液产生运动而做功的。流动油液的压力建立,可用图15-3来说明。图中液压缸活塞面积为 S ,进入液压缸左腔的油液由液压泵连续供应。

在图15-3(a)中,假设负载阻力(工作阻力、摩擦力、弹簧力等)为零,即 $F=0$ 。液压泵输入液压缸左腔的油液不会受到挤压作用,因此压力无法建立,即 $p = F/S = 0$ 。但是,液压泵是连续供油的,油液又具有“不可压缩性”,因而没有压力的油液充扩液压缸左腔容积,推动活塞向右运动。

在图15-3(b)中,输入液压缸左腔的油液受到负载阻力 F 的阻挡,不能立即推动活塞运动。但液压泵继续供油,使油液受到挤压而产生压力 p 。当压力随液压泵的连续供油,由小到大地不断上升,在活塞上产生的液压作用力 $F_p = pS$ 也迅速增大。当 F_p 增大到足以克服负载阻力 F 时,则液压泵所供的压力油将充扩液压缸左腔容积,而推动活塞克服负载阻力向右运动。如果活塞在运动中,负载阻力 F 保持不变,液压作用力将始终与它相平衡,即 $F_p = F$ 。所以压力也不再上升,即保持 $p = F/S$ 。由此可知,液压系统中,流动油液的压力,是在前面受到负载阻力的阻挡,后面受到液压泵输出油液的推动,即在所谓“前阻后推”的状态下建立的。

在图15-3(c)中,当活塞运动到底或受到固定挡铁的阻挡,液压缸左腔的容积无法继续增大。但液压泵仍继续供油,所以油液将受到极大的挤压作用,压力急剧上升。如果液压系统没有保护措施,将损坏系统中的某些薄弱环节,或当液压泵达到其额定压力时,将使液压泵无法正常工作。

由液压系统中压力的建立可知:液压系统中的压力大小取决于负载,它从无到有,从小到大迅速建立。而液压泵必须在额定压力以下工作。

液压系统中的压力,在正常条件下,按试验标准规定连续运转(工作)的最高压力称为额定压力。液压元件大多数以此为基本参数。液压系统中的额定压力,可以划分为低压、中压、中高压、高压和超高压五个等级。

2. 流量和平均流速

液压传动是依靠密封体积的变化来传递运动的,而密封体积的变化必然要引起油液的流

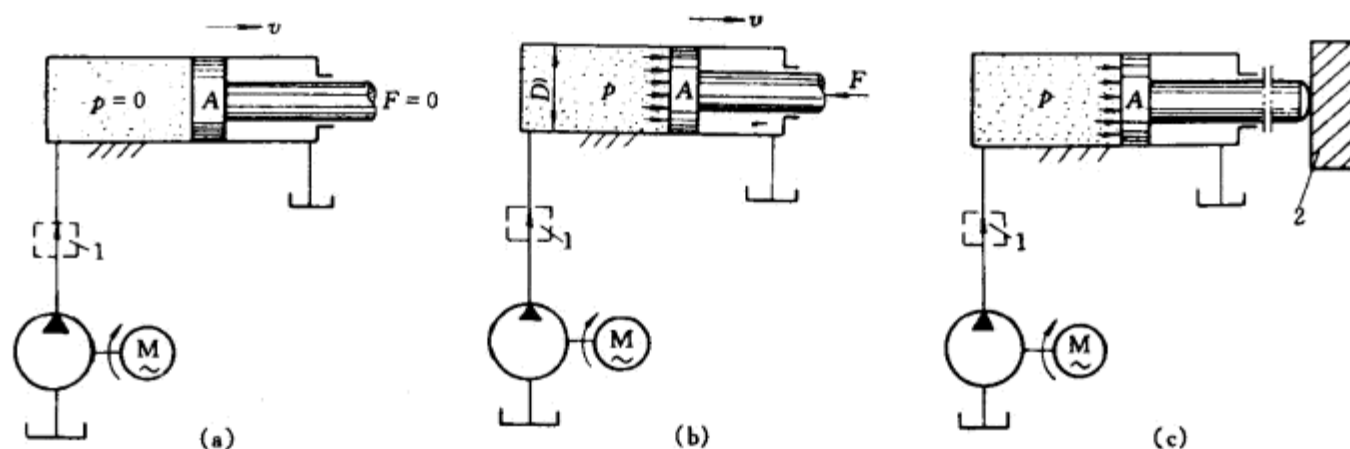


图 15-3 液压系统压力的建立

1—各种液压阀 2—固定挡铁

动。单位时间内流过管道或液压缸某一截面的油液体积，称为流量，以 q_v 表示。若在时间 $t(s)$ 内，流过管道或液压缸某一截面的油液体积为 $V(m^3)$ ，则流量 q_v 为

$$q_v = \frac{V}{t}$$

国际单位制中，流量的单位为 m^3/s 。

液压系统中的流量，在正常条件下，按试验标准规定连续运转(工作)所必须保证的流量，称为额定流量。它也是液压元件的基本参数之一。

在单位时间内，油液流过管道或液压缸某一截面的距离，称为流速，以 v 表示。若以 L 表示距离，则

$$v = \frac{L}{t}$$

由于体积是截面积与距离的乘积，即 $V=SL$ ，则 $L=V/S$

又因

$$V = q_v t$$

所以

$$v = \frac{q_v}{S}$$

由于油液具有粘性，流动时受到粘附力的阻滞，所以在同一截面上各点的实际流速是不相等的。在液压传动中，往往以平均流速来作近似计算。即

$$\bar{v} = \frac{q_v}{S}$$

式中 \bar{v} ——油液流动的平均流速， m/s

q_v ——油液流量， m^3/s

S ——管道的通流面积或液压缸的有效作用面积， m^2

由于油液具有“不可压缩性”，所以油液在无分支的管道中流动时，流经每一横截面上的流量一定相等。这就是液体流动的连续性原理。因此，进入管道一端和自另一端流出的流量也一定相等。在图15-4所示的管道中，设流过截面1和截面2的流量分别为 $q_{v,1}$ 和 $q_{v,2}$ ，则 $q_{v,1} = q_{v,2}$ 。即

$$S_1 \bar{v}_1 = S_2 \bar{v}_2 \quad \text{或} \quad \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} = \frac{S_2}{S_1}$$

上式也称为液流连续性方程。由该方程可知：

(1) 在同一管道中流动的油液, 流过任一截面的流量相等。

(2) 在等径管道中流动的油液, 其进入管道的平均流速与流出管道的平均流速相等。

(3) 在变径管道中流动的油液, 其平均流速随流经截面的变化而变化。截面积小, 平均流速大; 截面积大, 平均流速小。

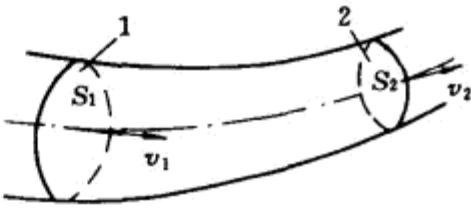


图 15-4 液体流动连续性原理

3. 液阻和压力损失

由于油液具有粘性, 它在管道中流动时, 油液各分子之间以及油液与管壁之间的粘附力会产生阻滞油液流动的现象, 这种阻力现象称为液阻。液压系统中的液阻, 会造成流动油液的能量损失, 它主要表现为压力损失。压力损失有两种, 一种叫沿程损失, 一种叫局部损失。

沿程损失是油液在截面相同的直管中流动时的压力损失。管道愈长, 流速愈快, 损失就愈大; 反之, 损失就愈小。

局部损失是油液流经管道截面大小和形状突然改变或管道变曲等局部位置所造成的压力损失。

油液在管道中流动, 由于液阻造成压力损失, 会造成功率浪费、油液发热而引起泄漏增加, 以及使液压元件受热膨胀而“卡死”。因此, 应尽量减少液阻, 以减少压力损失。只要油液粘度适当, 管道内壁光滑, 尽量缩短管道长度, 减少管道截面变化及弯曲, 就能使压力损失控制在很小的范围内。但是, 液阻也有可利用的方面, 如某些液压元件是利用液阻进行工作来实现流量和压力的控制, 以及利用液阻来实现缓冲等。

通过理论分析和实验, 压力损失的计算公式为

$$\Delta p = R_y q_v$$

式中 Δp ——油液流过管道的压力损失或流过液压元件前后的压力差

R_y ——管路的液阻。与管路的截面形状、大小、管路长度及油液性质等因素有关

q_v ——油液流量

由上式可知, 压力损失与液阻和流量有关, 而且还有其它因素的影响, 所以在液压系统中, 压力损失的精确计算较为复杂。一般情况下, 可以用提高液压泵的供油压力来弥补系统中压力的损失, 其近似估算公式为

$$p_{\text{泵}} = K_{\text{压}} p_{\text{工}}$$

式中 $p_{\text{泵}}$ ——液压泵的最高工作压力

$p_{\text{工}}$ ——液压缸的最高工作压力

$K_{\text{压}}$ ——系统中的压力损失因数。一般取 $K_{\text{压}} = 1.3 \sim 1.5$ 。系统复杂或管路较长时取大值; 反之, 取小值。

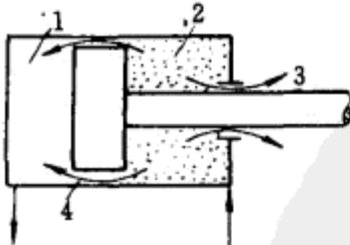


图 15-5 液压缸中的泄漏

1—低压区 2—高压区
3—外泄漏 4—内泄漏

4. 泄漏和流量损失

在正常情况下, 从液压元件的密封间隙漏出少量油液, 这种现象称为泄漏。在液压系统中, 泄漏总是不同程度地存在着。泄漏往往发生在液压元件内两个相对运动构件间, 以及液压元件与油管的连接处。泄漏是油液从高压区向低压区流动所造成的。

泄漏可分为内泄漏和外泄漏两种, 如图15-5所示。内泄漏是液压元件内部高压区2和低压区1间的泄漏。外泄漏3是系统内部向系统外部(大气)的泄漏。由于泄漏必然会引起流量损失, 使液压泵输出的油液流量不能全部流入系

统中进行工作,影响液压缸等执行元件的运动速度($v=q_v/s$)

泄漏也可以用提高液压泵的输出流量来弥补系统中流量损失,其近似估算公式为:

$$q_{v,泵} = K_{\Delta} q_{v,工}$$

式中 $q_{v,泵}$ ——液压泵的输出流量

$q_{v,工}$ ——液压缸的最大工作流量

K_{Δ} ——系统中的流量损失因数,一般取 $K_{\Delta}=1.1\sim 1.3$ 。系统复杂取大值;反之,取小值
由于提高了液压泵的输出流量,在系统中将引起压力损失($\Delta P=R_y q_v$)。

5. 功率与效率

单位时间内所做的功,称为功率,用符号 P 表示,其单位为W或kW。

通常功率等于力与速度的乘积。在液压系统中,是通过液压缸等执行元件来做功的,所以系统的输出功率应该是液压缸所克服的负载阻力 F 与液压缸(或活塞)的运动速度 v 的乘积,即:

$$P=Fv$$

由于 $F=F_p=pS$, $v=q_v/S$, 所以液压系统的输出功率就是液压缸等执行元件的工作功率,也就是液压缸的工作压力 $p_{工}$ 与液压缸内的工作流量 $q_{v,工}$ 的乘积,即:

$$P_{工}=p_{工}q_{v,工}$$

式中 $P_{工}$ ——液压缸的工作功率, W

$p_{工}$ ——液压缸的最高工作压力, Pa

$q_{v,工}$ ——液压缸的最大工作流量, m^3/s

液压系统中的压力和流量由液压泵提供。由于系统中存在压力和流量损失,所以液压泵输出的压力和流量都应大于液压缸等执行元件的工作压力和流量。因此,液压泵的输出功率应为:

$$P_{泵}=p_{泵}q_{v,泵}$$

式中 $P_{泵}$ ——液压泵的输出功率

$p_{泵}$ ——液压泵的最高工作压力($p_{泵}=K_{压}p_{工}$)

$q_{v,泵}$ ——液压泵的输出流量($q_{v,泵}=K_{\Delta}q_{v,工}$)

对于输出流量为定值的定量泵,其输出流量即为该泵的额定流量($q_{v,泵}=q_{v,额}$)。

效率是输出功率与输入功率的比值。在液压系统中,由于存在压力和流量损失,所以液压泵输出的最高工作压力和流量,并不能全部输入液压缸等执行元件进行工作。效率用符号 η 表示。液压系统的效率为:

$$\eta_{泵}=\frac{P_{出}}{P_{入}}=\frac{P_{工}}{P_{泵}}$$

关于系统效率,在估算液压泵最高工作压力和输出流量时,由 $K_{压}$ 和 K_{Δ} 加以考虑和确定。

但是,液压泵是由电动机拖动的。在液压泵工作时,也存在液阻造成的压力损失、泄漏造成的流量损失以及摩擦等造成的机械损失。因此,电动机的功率应大于液压泵的功率,其中也存在一个液压泵的效率。即:

$$\eta_{泵}=\frac{P_{泵}}{P_{电}}$$

式中 $P_{泵}$ ——液压泵的输出功率

$P_{电}$ ——电动机的工作功率

$\eta_{泵}$ ——液压泵的效率

在一般计算时, 齿轮泵的效率 $\eta_{\text{齿}}=0.8$, 叶片泵的效率 $\eta_{\text{叶}}=0.85$, 柱塞泵的效率 $\eta_{\text{柱}}=0.9$ 。需要精确计算时, 可查阅有关液压泵的手册或产品说明书。

由上式可得:

$$P_{\text{电}} = \frac{P_{\text{泵}}}{\eta_{\text{泵}}}$$

根据上式即可选用适当的电动机。当计算拖动液压泵在某一工况条件下工作的电动机功率时, 则:

$$P_{\text{电拖}} = \frac{P_{\text{泵}} q_{\text{v, 泵}}}{\eta_{\text{泵}}} \quad \text{或} \quad P_{\text{电拖}} = \frac{P_{\text{泵}} q_{\text{v, 额}}}{\eta_{\text{泵}}}$$

为了保证液压泵输出额定压力和流量, 以满足液压系统的最大需要, 必须计算与液压泵相配套的电动机功率, 即:

$$P_{\text{电配}} = \frac{P_{\text{泵}} q_{\text{v, 额}}}{\eta_{\text{泵}}}$$

五、液压传动系统的组成

图15-6(a)是一台经简化的圆锯机液压系统工作原理图。图中的液压泵为齿轮泵, 由电动机带动。执行元件是一个双活塞杆液压缸, 它有两个进出油口A、B。对液压缸动作的基本要求是: 工作机构能实现直线往复运动, 运动速度能变化, 运动方向能变换, 承受负载的大小可以调节等。

电动机(图中未标出)驱动液压泵17旋转, 经滤油器18从油箱19中吸油, 并通过液压泵17将压力油液输入液压系统。液压泵17输出的压力油经管道2至换向阀15, 然后进入液压缸10中。

换向阀15可控制工作机构11的运动方向。当换向阀的电磁铁得电, 将阀芯向右推动至图示位置时, 油液经过阀芯左边的环形槽, 从A口经管道3进入液压缸10的左腔。因缸体与机架固定, 故活塞9便通过活塞杆12带动工作机构11向右运动。同时, 液压缸10右腔的油被排出, 经管道4、节流阀13、换向阀15右边的环形槽及管道6流回油箱; 而当换向阀的电磁铁失电, 阀芯在阀内弹簧的作用下被推到左边位置时, 油液经过阀芯左边的环形槽, 从B口经管道5、单向阀14及管道4进入缸的右腔, 使工作机构向左运动, 作快速空行程。此时, 从液压缸左腔排出的油液, 就经管道3、换向阀15的阀芯左边环形槽及回油管6流回油箱。

改变节流阀13的阀芯开口大小, 可调节管道中的液体流量, 从而调节液压缸活塞的运动速度即工作机构11的运动速度。液压泵输出的多余油液经溢流阀8和管道7流回油箱。

溢流阀8用于控制系统中油液工作压力, 其调定值应略高于液压缸中的工作压力(由负载决定), 以克服负载和油液流经换向阀、节流阀及管道等压力损失。液压缸的工作压力不会超过溢流阀的调定值, 因而溢流阀还起到安全保护的作用。调节溢流阀弹簧的压紧力, 便可调节液压泵的输出压力。压力值通过压力表16显示。

滤油器18起过滤杂质的作用, 使油液得到滤净。

在液压传动系统中, 液压泵将电动机的机械能转变为油液的液压能, 液压缸又将液压能转变为机械能, 通过工作机构(工作台等)而做功, 油液则是传递液压能的工作介质。整个液压传动系统由以下四个部分组成:

- (1) 液压泵 或称油泵, 将电动机的机械能变成油液的液压能;

(2) 液压缸 将液压泵输来的液压能变成带动工作机构的机械能;

(3) 控制调节装置 各种液压阀,如换向阀、节流阀和溢流阀等,用来控制和调节油液的方向、流量和压力,以满足液压传动的动作和性能要求;

(4) 辅助装置 如各种油管、管接头、油箱、滤油器、蓄能器、密封装置和压力表等,它将前三部分连成一个系统,起连接、贮油、过滤和测量等作用。

图15-6(a)是液压传动系统的结构原理图。由于图形比较复杂,当系统中液压元件较多时,绘制很不方便。为此可以用GB 786.1—1993规定的液压元件职能符号来绘制液压传动系统图,如图15-6(b)所示。

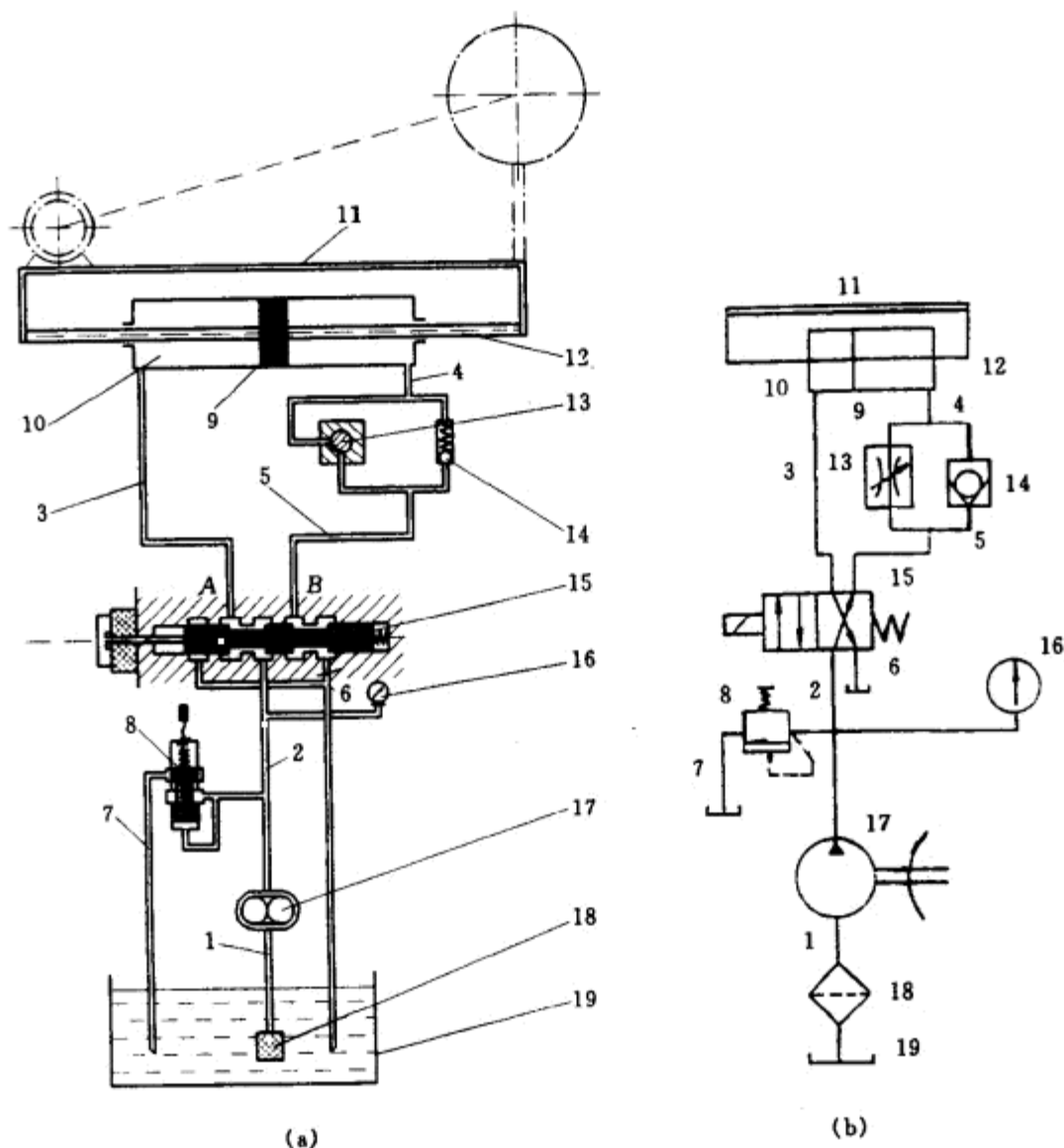


图 15-6 圆锯机的液压传动系统简图

(a) 结构原理图 (b) 职能符号图

1~7—油管 8—溢流阀 9—活塞 10—液压缸 11—工作机构 12—活塞杆 13—节流阀
14—单向阀 15—换向阀 16—压力表 17—液压泵 18—滤油器 19—油箱

第二节 液 压 泵

液压泵是液压系统中动力部分的元件。它是将电动机输出的机械能转变为液压能的一种能量转换装置,用以向系统提供一定压力和流量的液压油。

液压泵可分为齿轮泵、叶片泵、柱塞泵和螺杆泵四大类。目前,国产的齿轮泵大多用于低压

系统,叶片泵用于中压系统,柱塞泵用于高压系统,而螺杆泵一般用于流量非常稳定的低压系统中。

一、液压泵的工作原理

图15-7是一个简单的液压泵工作原理图。图中液压泵体1和柱塞2构成一个密封容腔。当柱塞向下运动时,容腔容积增大,产生局部真空,油箱内的油在大气压力作用下,通过单向阀3进入液压泵体内,这就是吸油;当柱塞向上运动时,容腔容积减小,吸入液压泵体内的油受到挤压而通过单向阀4输出,这就是压油。这种液压泵是利用密封容积大小的交替变化进行吸油和压油的,所以也称为容积泵。它的输油量与密封容积大小的变化率及变化次数成正比。在压油过程中,输油压力决定于油液从单向阀4输出时遇到的阻力,即输油压力决定于外界负载。在吸油过程中,必须使油箱与大气相通。单向阀3、4必须分别保证吸油时使吸油口与油箱接通而切断压油口;压油时压油口与输油管道接通而切断吸油口,组成配油装置。因此,容积泵正常工作的必备条件是:①应具有密封容腔;②密封容腔的容积大小能交替变化;③应具有配油装置;④油箱必须与大气相通。在液压传动系统中一般由油箱的结构来保证油箱与大气相通。所以,液压泵都应满足上述前三项条件。

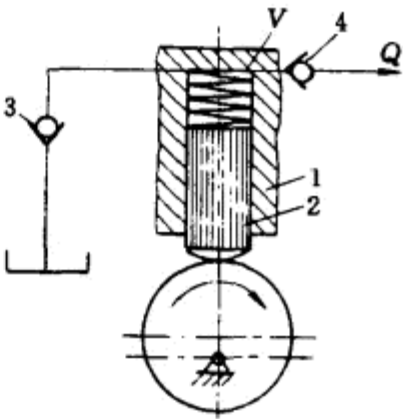


图 15-7 液压泵工作原理图

1—泵体 2—柱塞 3、4—单向阀

二、齿 轮 泵

齿轮泵是液压传动系统中常用的一种液压泵。它有外啮合式和内啮合式两种,其中外啮合式齿轮泵最常用。

1. 齿轮泵的工作原理

以外啮合式齿轮泵为例,如图15-8所示,它由泵体3、前后端盖(图中未画出)、一对相互啮合的齿轮1和2以及长、短轴等组成。泵体和前、后端盖组成一个密封容腔。一对齿轮又将这个容腔分隔为两腔,即吸油腔和压油腔。当齿轮由电动机拖动,按箭头方向转动时,右面容腔(吸油腔)由于啮合着的轮齿逐渐脱开,把齿槽的凹部让出来,使这一容腔的容积增大,形成真空,通过吸油口A向油箱吸油。随齿轮转动,齿轮的齿槽把油液送到左面容腔(压油腔)去,完成配油任务。左面容腔内,由于轮齿不断进入啮合,使这一容腔的容积减小,油液受挤压,从压油口B输出泵外。随着齿轮的连续转动,不断地完成吸油、配油、压油工作,使齿轮泵得以连续供油。

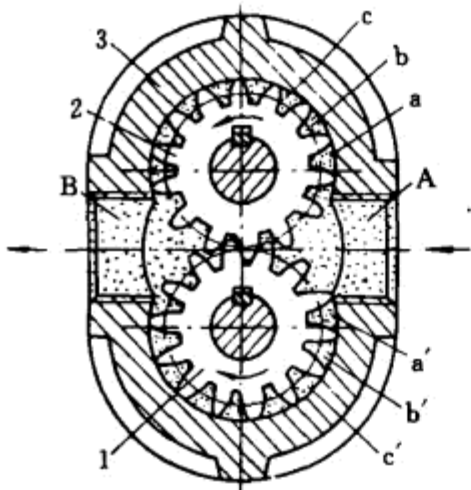


图 15-8 齿轮泵工作原理图

1、2—齿轮 3—泵体
A—吸油口 B—压油口

2. 齿轮泵的结构

图15-9为国产CB型齿轮泵的结构图。“CB”分别为齿、泵两字的汉语拼音的第一个字母。CB型齿轮泵为分离三片式结构。三片是指端盖1、4和泵体3。泵体3内装有一对齿数相同而又相互啮合的齿轮2。两个齿轮分别用键固定在长轴5和短轴7上。长轴5由电动机拖动,并带动齿轮2在泵体3内转动。前后端盖和泵体用圆柱销6和螺钉9定位并连接。为了使齿轮能在泵体内自由转动,齿轮端面 and 端盖之

间、齿顶和泵体内壁之间留有适当间隙，即端面间隙(0.025~0.06mm)和径向间隙(0.13~0.16mm)。为了防止油液从端面间隙泄漏，在泵体的两端面上开有泄漏槽10，使泄漏油沿此槽流回吸油口A，从而减轻螺钉的拉力。这样，泵体和端盖之间也就可以省去纸垫。另外，在前、后端盖上钻有泄油小孔8，使滚针轴承(装在前、后端盖上)处泄漏的油经短轴7的中心孔流回吸油口A。

齿轮泵在工作时，由于齿轮齿顶圆与泵体内壁之间存在径向间隙，所以压油腔的压力沿间隙从压油腔到吸油腔，在齿顶圆上的作用力是不均匀的。

其径向合力对齿轮轴产生弯曲变形，促使齿顶圆与泵体内壁形成机械摩擦。为了消除这个径向力造成的不良影响，CB型齿轮泵采取了缩小压油口B的办法，减小液压油在齿轮上的作用面积，从而减小了在齿轮上的单向作用力。同时CB型齿轮泵还采用了加大径向间隙(0.13~0.16mm)的办法，避免齿顶圆与泵体内壁的机械摩擦现象。由于从压油腔到吸油腔、齿顶圆与泵体内壁的间隙油封较长，以及齿轮旋转方向与泄漏方向相反，所以即使加大了径向间隙，也不会造成过大的泄漏而影响输油量。

由于齿轮泵的压油口小，吸油口大，因此它的吸、压油腔是不可互换的，使之成为单向泵。另外，齿轮泵的密封容积变化是由齿轮的轮齿与齿槽相互啮合和脱开而产生的，所以它的容积变化率是固定的，因而输出油量也是固定的，使之成为定量泵。因此，齿轮泵的职能符号是单向定量泵符号，如图15-9右上角所示。

3. 齿轮泵的优缺点

外啮合齿轮泵的优点是结构简单，制造方便，造价低；尺寸小，质量轻；自吸能力强，工作可靠；对污油不敏感，维护容易。缺点是存在单向径向力，部分机件(如轴、轴承等)容易磨损；流量波动大，因而压力有波动，噪声大；由于径向间隙的泄漏存在，因此使提高工作压力受到限制。齿轮泵一般多为低压泵，其额定压力为2.5MPa，流量最大可达 $3.33 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$ ，总效率为80%。常用于速度中等、作用力不大、简单的低压液压系统中。

三、叶片泵

叶片泵在液压传动系统中应用最多。按其结构形式和工作方式不同，可分为单作用式和双作用式两种。单作用式叶片泵应用于低压和变流量系统中，双作用式叶片泵普遍使用于中压系统中。

1. 单作用式叶片泵

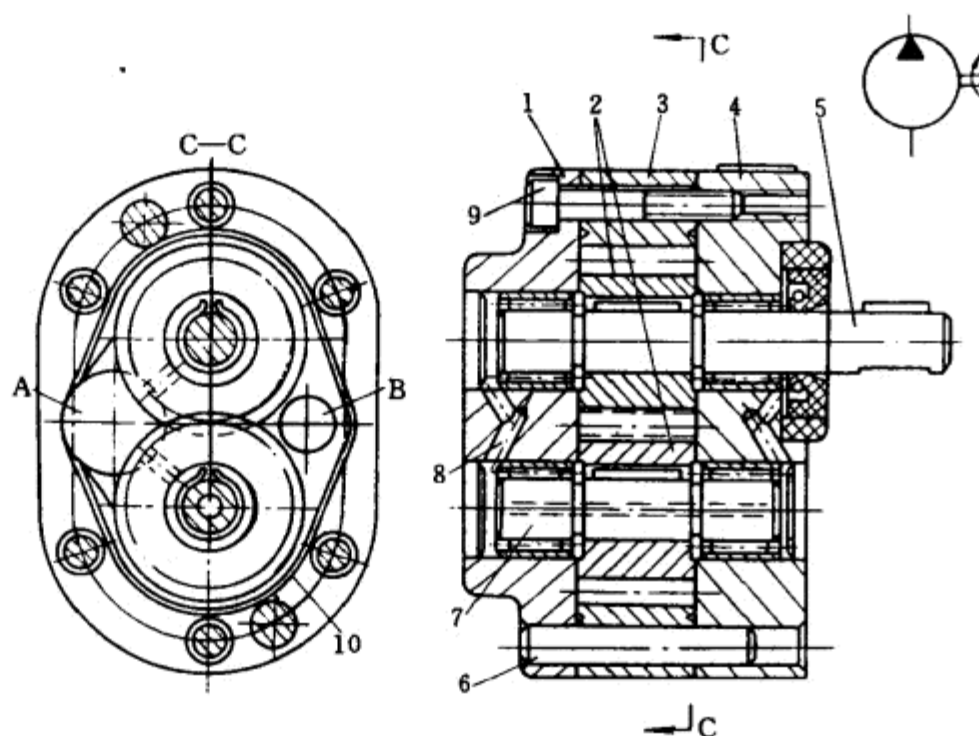


图 15-9 CB型齿轮泵结构图

- 1、4—端盖 2—齿轮 3—泵体 5—长轴 6—圆柱销
7—短轴(含中心孔) 8—泄油小孔 9—螺钉 10—泄漏槽
A—吸油口 B—压油口

单作用式叶片泵的工作原理如图15-10所示。这种泵由转轴1、叶片2、转子3、圆形内腔定子5、配油盘6、7和泵体4等组成。转子上开有均匀分布的径向倾斜叶片槽，叶片槽内装有可伸缩滑动的叶片。转子和定子不同心，有一个偏心距离 e ，在转子和定子的两侧，各装一只配油盘，使之形成密封容腔。在配油盘上开有互不相通的两个油窗Ⅰ和Ⅱ，下油窗Ⅰ通吸油口A，称为吸油窗。上油窗Ⅱ通压油口B，称为压油窗。当电动机拖动转轴1带动转子按图中箭头方向转动时，叶片在离心力和通向叶片根部液压油的作用下，向外伸出，使其顶部紧贴定子内壁，在任何相邻两叶片之间构成一个密封容积。这时位于下半部的各密封容积在不断增大，造成局部真空，于是通过吸油窗从油箱吸油。这时位于上半部的各密封容积在不断缩小，于是油液受挤压通过压油窗向外压油。转子每转一周，各个密封容积都完成吸油、压油作用各一次，因此这种泵称为单作用式叶片泵。由于转子受到压油腔油压的作用，产生单向径向力，所以单作用式叶片泵工作压力不宜过高，一般常用的额定压力为2.5 MPa，限压式叶片泵的也可达6.3 MPa，其额定流量为 $4.17 \times 10^{-4} \sim 1.67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 。这种泵很容易实现流量变化，只要改变转子与定子的安装偏心距 e ，便能改变密封容积的变化率，从而改变输出流量，使之成为变量叶片泵。

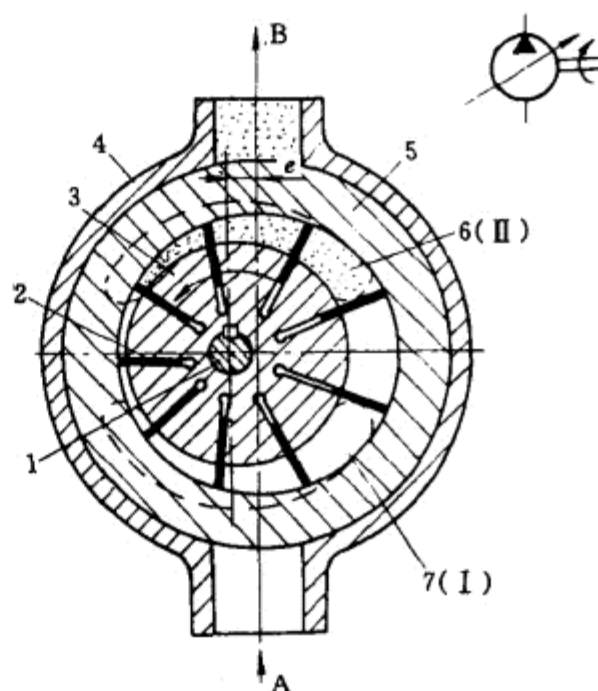


图 15-10 单作用式叶片泵工作原理

1—转轴 2—叶片 3—转子
4—泵体 5—定子 6、7—配油盘
Ⅰ—吸油窗 Ⅱ—压油窗 A—吸油口 B—压油口

单作用式叶片泵是一种单向变量泵，它的职能符号如图15-10右上角所示。

2. 双作用式叶片泵

双作用式叶片泵的工作原理如图15-11所示。这种泵由叶片1、定子2、转子3、配油盘和泵体等组成。但是定子内腔是长圆形的，定子和转子是同心安装的。两个配油盘装在定子和转子的两侧，构成密封容腔。但配油盘上互不相通的两个油窗，对称地组成四个配油窗口。Ⅰ、Ⅱ两个通吸油口A，Ⅲ、Ⅳ两个通压油口B。当转子按图示箭头方向转动时，叶片在离心力和通向叶片底部压力油的作用下，紧贴在长圆形定子内壁上。在Ⅰ、Ⅱ两个工作腔 α 区域内，定子内壁向径由 r 逐渐增大到 R ，使相邻两叶片间的密封容积不断增大，形成局部真空，通过吸油窗Ⅰ、Ⅱ从油箱吸油；在Ⅲ、Ⅳ两个工作腔 α 区域内，定子内壁向径由 R 逐渐减小到 r ，使相邻两叶片间的密封容积不断缩小，油液受挤压，通过压油窗Ⅲ、Ⅳ向外压油。这样，转子每转一周，各个密封容积都完成吸油、压油各两次，所以这种泵称为双作用式叶片泵。

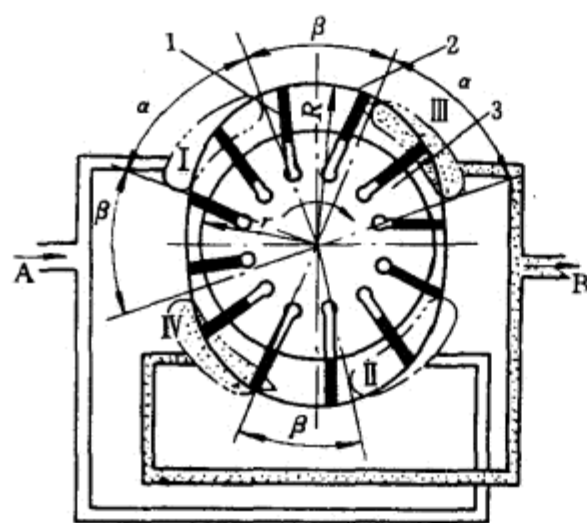


图 15-11 双作用式叶片泵工作原理

1—叶片 2—定子 3—转子
Ⅰ、Ⅱ—吸油窗 Ⅲ、Ⅳ—压油窗
A—吸油口 B—压油口

由于双作用叶片泵的转子和定子同心，Ⅰ、Ⅱ两个吸油腔和Ⅲ、Ⅳ两个压油腔相互对称，因此液压油作用在转子上的径向力相互抵消，为这种泵提高工作油压创造了条件，所以都制成中等压力等级(6.3 MPa)。这种泵的长圆形内腔，在Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ各工作腔之间都有等向径 r 或 R 形

成的油封隔离区域 β , 避免了压油腔向吸油腔的泄漏, 同时各工作腔在转子每转一周工作两次, 因此输出流量大。由于向径 r 与向径 R 间是逐渐均匀地增大和减小的, 所以各密封容积的容积变化率是固定的, 使之成为流量均匀稳定的单向定量泵。

YB型双作用式叶片泵采用了分离式结构, 如图15-12所示, 即泵体分成两块1和7, 泵体上有对角线相通的油道, 泵体内安装了定子5、转子4、配油盘2和6。两个配油盘紧密地与定子端面接触, 并用一根长销定位固定在泵体上, 保证配油盘上吸油窗、压油窗位置与定子内壁曲线方向对准。转子4上开有12条叶片槽(小流量泵开有10条), 叶片11能在槽内作径向配合滑动。配油盘的结构保证所有叶片的底部叶片槽内始终接通液压油, 因此叶片顶部除靠离心力外还受底部油压的作用, 紧紧地压在定子内表面上, 保证不泄漏。传动轴3支承在滚动轴承8和滚针轴承12上, 这两个轴承分别装在泵体7和配油盘2上。一对密封圈10装在端盖9内, 以防止泄漏。泵体7上(靠近传动轴伸出一端)有压油口B, 泵体1上有吸油口A。

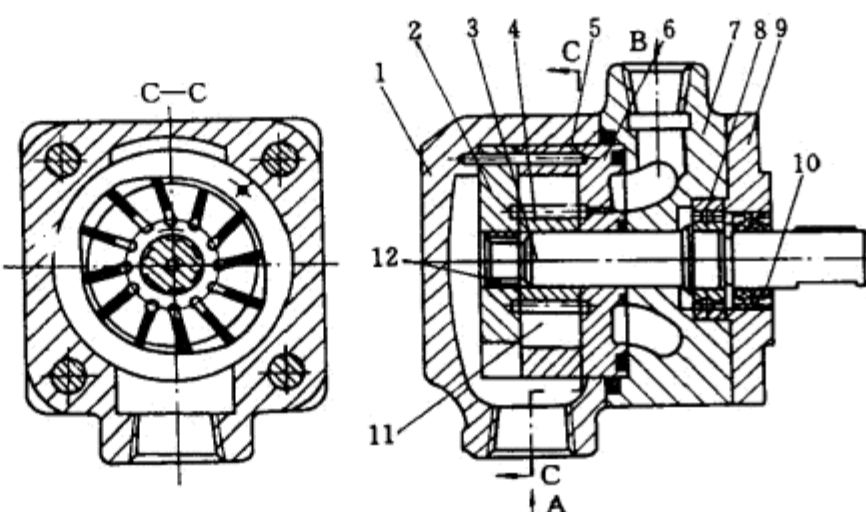


图 15-12 YB型双作用式叶片泵结构

1、7—泵体 2、6—配油盘 3—传动轴 4—转子 5—定子 8—滚动轴承
9—端盖 10—密封圈 11—叶片 12—滚针轴承
A—吸油口 B—压油口

在液压传动系统中通常采用的YB型叶片泵, 额定压力为6.3MPa, 额定流量为 $2.08 \times 10^{-4} \sim 8.33 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ 。在额定压力下的总效率可达80%~90%左右, 一般取为85%。

双作用式叶片泵的职能符号与单向定量泵相同。

3. 叶片泵的优缺点

叶片泵的优点是结构紧凑, 运转平稳, 噪声小, 工作压力较高, 流量大而均匀, 工作稳定, 波动小。缺点是结构构件多, 制造要求高, 造价高, 对油污较敏感, 须在吸油口前配置滤油装置, 自吸能力比齿轮泵差。

四、柱 塞 泵

柱塞泵是利用柱塞在圆柱孔中作往复运动时, 密封容积发生变化而吸油、压油的。常用的有轴向柱塞泵和径向柱塞泵两大类。柱塞泵与齿轮泵和叶片泵相比, 具有压力高, 流量容易调节, 吸油口与压油口可以互换(双向泵)等特点。

1. 轴向柱塞泵

轴向柱塞泵的工作原理如图15-13所示。泵体3上均匀地分布着轴向孔, 孔中装有柱塞2。泵体的右侧紧靠着固定的配油盘4。于是在泵体内孔、柱塞和配油盘之间形成为密封容腔。在配油盘上开有互不相通的吸油窗I和压油窗II, 分别通吸油口A和压油口B。斜盘1相对泵体倾斜一个角度 α 。柱塞靠其根部弹簧压紧在斜盘上。当传动轴带动泵体按图示箭头方向转动时, 柱塞一方面随泵体转动, 另一方面在斜盘作用下, 在泵体孔中作轴向往复运动。当柱塞随泵体在配油盘 $0 \rightarrow \pi$ 位置上转动时, 柱塞从泵体内逐渐伸出, 密封容积增大, 形成局部真空, 经吸油窗从油箱吸油。当柱塞随泵体在配油盘 $\pi \rightarrow 2\pi(0)$ 位置上转动时, 柱塞被斜盘逐渐压进泵体孔内, 密封容积减小, 油液经压油窗压油。这样, 泵体每转一周, 每一柱塞往复一次, 完成吸油、压油各一次。如果改变斜盘的倾斜角度 α , 柱塞行程随之发生变化, 从而改变密封容积的变化率, 改变泵

的输出流量,使之成为变量泵。如果改变斜盘倾斜角度的方向,泵的吸油、压油方向也随之改变,使之成为双向泵。双向变量泵的职能符号如图15-13(b)所示。

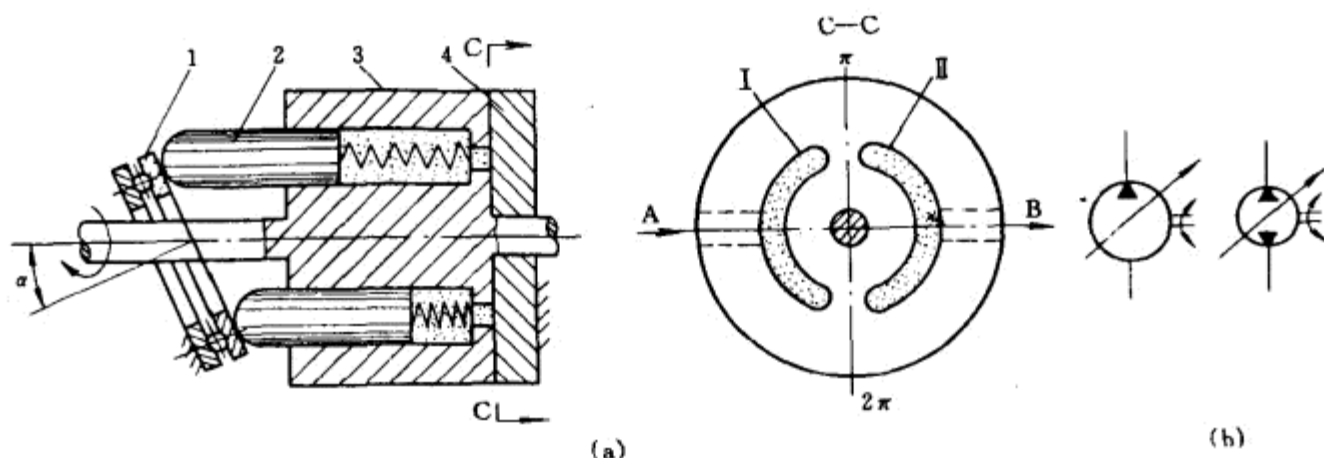


图 15-13 轴向柱塞泵工作原理图

(a) 轴向柱塞泵结构简图 (b) 轴向柱塞泵职能符号

1—斜盘 2—柱塞 3—泵体 4—配油盘 I—吸油窗 II—压油窗 A—吸油口 B—压油口

2. 径向柱塞泵

径向柱塞泵的工作原理如图15-14所示。在固定不动的配油轴3上套着可以相对转动的转子2。转子上开有等分的径向孔,孔中装有柱塞5。当转子转动时,柱塞

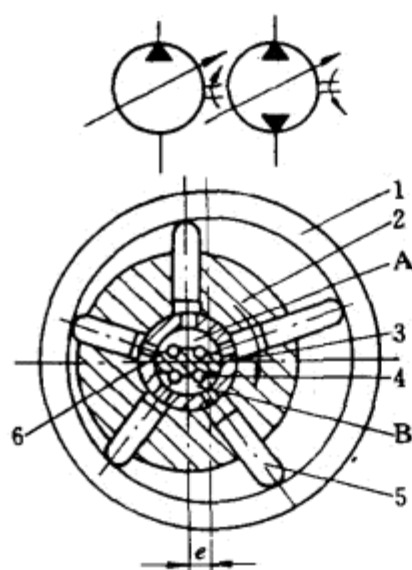


图 15-14 径向柱塞泵
工作原理图

1—定子 2—转子 3—配油盘
4—压油孔 5—柱塞 6—吸油孔
A—吸油腔 B—压油腔

在离心力作用下,压紧在定子1的圆形内壁上,于是在转子径向孔、柱塞和配油轴之间形成密封容腔。在配油轴上开有互不相通的压油孔4和吸油孔6。转子和定子偏心安装,其偏心距为 e 。当转子按图示箭头方向转动时,每一柱塞在上半周位置时,使密封容积逐渐增大,形成局部真空,经吸油腔A通过吸油孔6从油箱吸油。每一柱塞在下半周位置时,使密封容积逐渐减小,油液从压油腔B经压油孔4向外压油。转子5每转一周,柱塞使每一密封容腔完成吸油、压油各一次。如果改变偏心距 e 的大小,则使其成为变量泵。如果改变偏心距 e 的方向,则使其成为双向泵。其职能符号见图15-14上图。

3. 柱塞泵的优缺点

柱塞泵的优点是由于柱塞和泵体柱塞孔都是圆柱面,容易得到高精度的配合,密封性能较好,泄漏少,因此这类泵的工作压力高,可用于高压系统中。此外,它的效率也较高,一般总效率在90%左右。其次是容易实现流量调节和流向改变。但是这类泵的结构复杂,造价较高。

第三节 液压缸和液压马达

液压缸和液压马达是液压传动系统中的执行部分(元件),它是将系统中的液压能转变为机械能的能量转换装置,用以完成系统工作的各种动作。液压执行元件按运动方式,可分为往复运动式(液压缸)和旋转式(液压马达)两大类。

(1) 液压缸 液压缸按运动形式,可分为直线往复式液压缸和摆动式液压缸;按液压作用性质,可分为单作用式液压缸和双作用式液压缸。其中,直线往复式液压缸,按结构又可分为活塞式液压缸和柱塞式液压缸等。液压缸在液压传动系统中,实现往复运动最为简单方便,并且

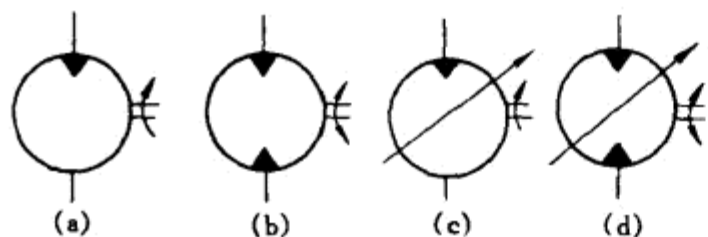


图 15-15 液压马达的图形符号

(a) 单向定量泵 (b) 双向定量泵
(c) 单向变量泵 (d) 双向变量泵

传动没有间隙, 运动平稳。因此, 液压缸在液压传动中应用非常广泛。

(2) 液压马达 液压马达按其结构, 可分为叶片式液压马达、柱塞式液压马达和齿轮式液压马达。从原理上讲, 液压马达和液压泵是具有可逆性的, 任何一种容积式液压泵都可作为容积式液压马达使用。但是, 由于用途不同, 它们在结构上是有差别的。液压马达的职能符号如图15-15所示。

一、活塞式液压缸

活塞式液压缸利用液压油推动活塞(或缸体)作正、反两个方向的直线运动。正、反两个方向运动都是依靠液压油实现的, 称为双作用活塞式液压缸; 只有一个方向运动依靠液压油实现, 另一个方向运动是依靠外力或其它措施实现的, 称为单作用活塞式液压缸。活塞式液压缸还有双出杆活塞式液压缸和单出杆活塞式液压缸之分。

1. 双出杆双作用活塞式液压缸

图15-16为这种液压缸的示意图, 活塞2两端各有一根活塞杆3从缸体伸出。当缸体固定, 油液从进油口b进入缸体左腔时, 活塞带动工作台1向右运动, 缸体右腔的油液自出油口a排出。当油液从油口a进入缸体右腔时, 活塞带动工作台向左运动, 缸体左腔的油液自油口b排出。由于活塞两端的有效工作面积相同($S_1 = S_2$), 所以, 当进入液压缸的油液流量 q_v 和压力 p 一定时, 根据 $v = q_v / S$ 和 $F_p = pS$, 则活塞的正、反两个方向运动的速度及推力必定相等。

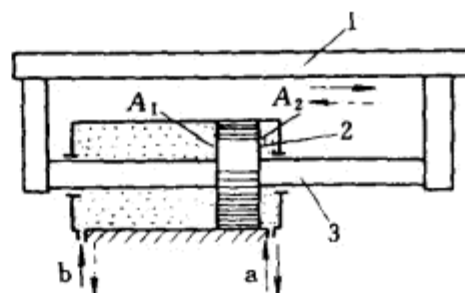


图 15-16 双出杆活塞式液压缸示意图

1—工作台 2—活塞 3—活塞杆
a、b—进、出油口

图15-17是一种双出杆双作用活塞式液压缸的典型结构。它由活塞4、两根实心活塞杆1、缸体3、缸盖和密封圈5等组成。缸体固定在床身上, 活塞杆和工作台相连接。油液从进、出油口a、b直接进入液压缸的两腔。这样安装液压缸时, 工作台的往复运动范围约等于其有效行程的3倍, 因此, 工作台运动时所占空间面积较大。一般适用于行程较短或小型液压机械上。双出杆双作用活塞式液压缸的职能符号如图15-17右上角所示。

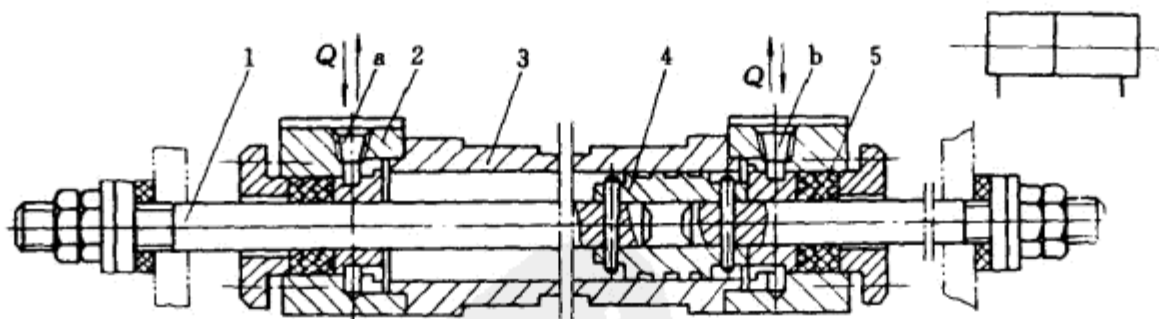


图 15-17 双出杆活塞式液压缸的结构

1—活塞杆 2—工作台 3—缸体 4—活塞 5—密封圈 a、b—进、出油口

另一种双出杆双作用活塞式液压缸如图15-18所示。这种液压缸的活塞杆1是空心杆, 并固定在床身上。油液自活塞杆的中间通孔进入液压缸。工作台2与缸体4相连接。这样安装液压缸时, 工作台的往复运动范围约等于其有效行程的2倍, 工作台运动时所占空间面积较小, 适用于

中型或大型液压机械。

2. 单出杆双作用活塞式液压缸

图15-19为这种液压缸的示意图。活塞2一端有活塞杆3从缸体伸出, 另一端没有活塞杆, 所以液压缸左、右两腔的有效工作面积不相等。设活塞直径为 D , 活塞杆直径为 d , 则左腔(无杆腔)有效工作面积 $S_1 = \frac{\pi D^2}{4}$; 右腔(有杆腔)有效工作面积 $S_2 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ 。显然, $S_1 > S_2$ 。它和

双出杆双作用活塞式液压缸相比, 有以下特点:

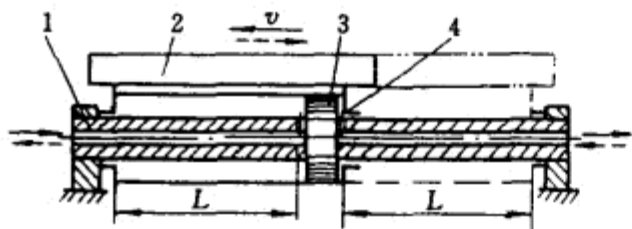


图 15-18 空心双出杆活塞式液压缸示意图

1—空心活塞杆 2—工作台 3—活塞 4—缸体

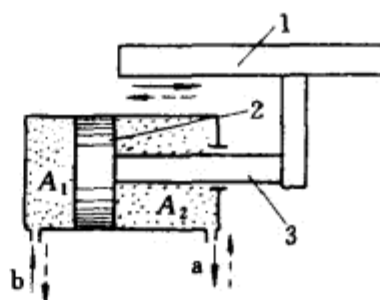


图 15-19 单出杆活塞式液压缸示意图

1—工作台 2—活塞 3—活塞杆 a、b—进、出油口
 A_1 —无杆腔工作面积 A_2 —有杆腔工作面积

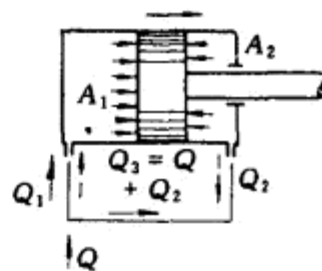
(1) 往复运动速度不相等 当油液以流量 q_v 从油口b进入液压缸左腔时, 液压缸右腔的油液从油口a排出缸外, 工作台1向右运动速度为: $v_1 = \frac{q_v}{S_1}$ 。

当油液以流量 q_v 从油口a进入液压缸右腔时, 液压缸左腔的油液从油口b排出缸外, 工作台向左运动速度为: $v_2 = \frac{q_v}{S_2}$ 。因为 $S_1 > S_2$, 所以 $v_1 < v_2$ 。

(2) 往复运动的液压作用推力不相等 假如进入液压缸左、右两腔的油液压力为 p , 则向右运动时的液压作用推力为: $F_p = pS_1$, 向左运动的液压作用推力为: $F_p = pS_2$ 。因为 $S_1 > S_2$, 所以 $F_p > F_p$ 。

(3) 液压缸运动范围相等 无论是缸体固定, 还是活塞杆固定, 其往复运动范围都约等于其有效行程的2倍。

(4) 可以差动连接实现差动快速 使油液同时进入液压缸左、右两腔的连接方式, 称为液压缸的差动连接。作差动连接的单出杆活塞式液压缸简称为差动缸, 如图15-20所示。



当差动缸的缸体固定, 并输入压力为 p 、流量为 Q 的油液进行工作时, 由于无杆腔和有杆腔的有效作用面积不相等($S_1 > S_2$), 促使活塞向有杆腔方向运动。而有杆腔排出的流量 Q_2 , 连同输入流量 Q 同时进入无杆腔, 即进入无杆腔的流量为:

$$q_{v,3} = q_v + q_{v,2}$$

因此可以实现差动快速 $v_{差}$ 。

因为 $q_{v,3} = q_v + q_{v,2} = v_{差}S_1$, 又因: $Q_2 = v_{差}S_2$, 则 $Q = Q_3 - Q_2 = v_{差}(S_1 - S_2)$

$$\text{所以 } v_{差} = \frac{Q}{S_1 - S_2} = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}} = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

差动缸无杆腔的液压作用推力 $F_{p1}=pS_1$, 有杆腔的液压作用推力 $F_{p2}=pS_2$ 。这两个力的作用方向相反, 因此差动缸的液压作用推力为

$$F_{p差}=F_{p1}-F_{p2}=p(S_1-S_2)=p\left[\frac{\pi}{4}D^2-\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)\right]=p\frac{\pi d^2}{4}$$

因为活塞杆直径较小, 所以差动缸的液压作用推力较小。

由于单出杆活塞式液压缸具有以上特点, 因此, 它可用于需要慢速前进、快速退回的工作场合。当需要获得快进(v_2)、工进(v_1)、快退(v_3)的工作循环时, 可采用差动缸。但必须指出, 工进(v_1)和快退(v_3)时, 不可差动连接。若需要快进和快退速度相同时, 差动缸必须满足 $D=\sqrt{2}d$ 的条件。

图15-21为缸体固定的单出杆双作用活塞式液压缸。它由活塞杆1、活塞5、缸体4、缸盖3及密封圈2等组成。若油口a进油, 活塞向右运动; 若油口b进油, 活塞向左运动。这种液压缸可广泛应用于各种类型的液压机械上。它的职能符号如图15-21右图所示。

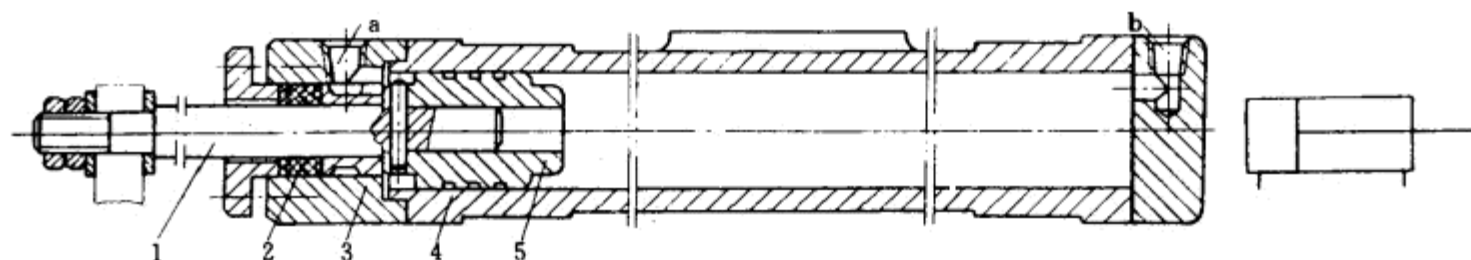


图 15-21 单出杆活塞式液压缸结构

1—活塞杆 2—密封圈 3—缸盖 4—缸体 5—活塞 a、b—进、出油口

二、柱塞式液压缸

由于活塞式液压缸的缸体内壁加工要求较高, 尤其是长行程液压缸的内壁更难加工。因此行程较长时, 通常采用柱塞式液压缸。柱塞式液压缸的缸体内壁不需要精加工, 甚至可以不加工, 只要精加工柱塞和与柱塞配合的局部缸体。因此结构简单, 制造容易。

柱塞式液压缸只能在液压油作用下作单方向运动, 它的回程借助于运动件的自重或其它外力的作用, 因此柱塞式液压缸是一种单作用式液压缸。

图15-22为柱塞式液压缸的示意图, 它由缸体2、柱塞1和密封装置等组成。缸体上开有一个进、出油口a, 当液压油进入液压缸时, 柱塞向上运动顶起重物W; 当需返回时, 柱塞在重物作用下向下运动, 油液从油口排出。人造板压机上普遍采用柱塞式液压缸加压。

如果两个方向运动都需要产生作用力时, 可采用图15-23所示的组合柱塞液压缸。它由两个柱塞式液压缸组成, 分别产生两个方向运动的作用力。当一个液压缸进油时, 另一个液压缸排油, 这样交替工作来完成往返运动的工作。

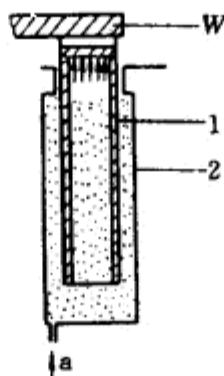


图 15-22 柱塞式液压缸示意图

1—柱塞 2—缸体
W—重物 a—进、出油口

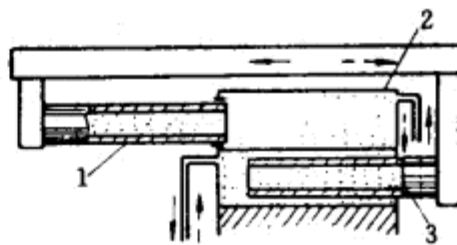


图 15-23 组合柱塞式液压缸示意图

1、3—柱塞 2—缸体

三、液压缸的密封

液压缸是依靠密封容积的变化来传递动力和运动的, 密封性能的好坏直接影响液压缸的性能和效率。因此, 要求密封装置在一定工作压力下具有良好的密封性能, 并且这种性能应随

着压力的升高而自动提高,使泄漏不致因压力升高而显著增加。此外,还要求密封装置造成的摩擦力要小,不致使运动零件卡死或运动不均匀。密封的目的,主要是防止泄漏。液压缸的密封方法,也可在其它液压元件上采用。通常有间隙密封和密封圈密封两类。

1. 间隙密封

如图15-24所示,间隙密封是依靠运动件(活塞和缸体)之间很小的配合间隙($0.03\sim 0.05\text{mm}$)来保证密封的。活塞上开有几个环形小槽,称为平衡槽(一般为 $0.5\text{mm}\times 0.5\text{mm}$)。在液压油作用下,可使活塞浮游于缸体的中心位置,减小活塞与缸体之间的单向间隙,从而减少泄漏。同时还可减小由于侧压力所造成活塞与缸体间的摩擦。这种密封结构简单,摩擦力小。但加工要求较高,在高压条件下,密封性能较差。因此只适用于快速、轻载的低压场合。

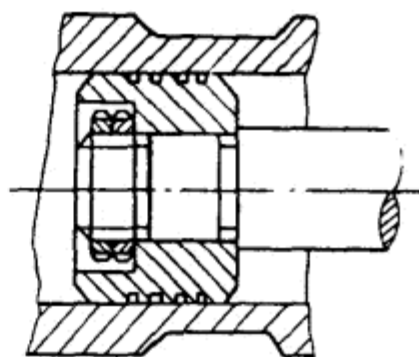


图 15-24 间隙密封

2. 密封圈密封

密封圈密封是液压系统中应用很广泛的一类密封方法。密封圈一般是用耐油橡胶压制而成的,近年来也有用尼龙或其它材料制成的,以提高密封圈的耐磨性。密封圈按其截面形状分,有O形密封圈、V形密封圈、Y形密封圈以及其它形式的密封圈等。

(1) O形密封圈密封 它是利用O形密封圈实现密封的一种方法。O形密封圈是一个截面为圆形的环,如图15-25所示。它的结构简单,制造方便,密封可靠,摩擦力小,因此应用十分广泛,可适用于运动件、固定件、外径、内径和端面等密封场合,如图15-26所示。

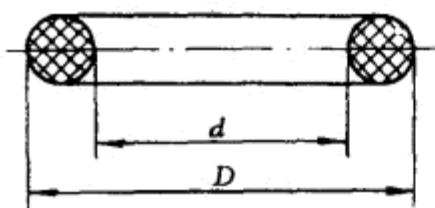


图 15-25 O形密封圈

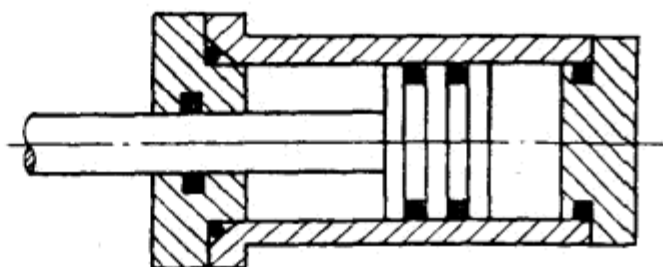


图 15-26 O形密封圈在液压缸中的应用

(2) V形密封圈密封 V形密封圈由形状不同的支承环、密封环和压环三种密封圈组合而成,如图15-27所示。V形密封圈密封可靠,但摩擦阻力大,主要适用于工作压力大于 50MPa 、直径为 $10\sim 250\text{mm}$ 活塞杆处的密封。

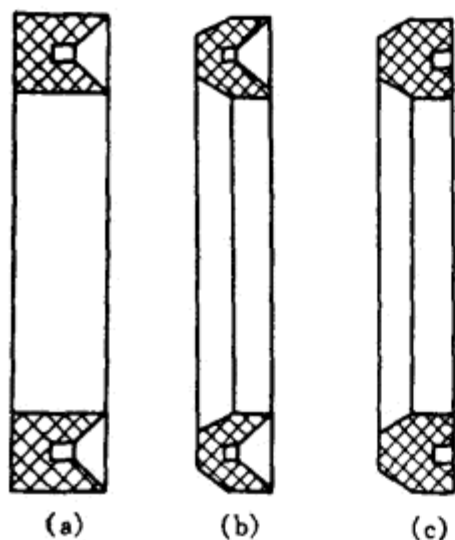


图 15-27 V形密封圈
(a) 压环 (b) 密封环
(c) 支承环

当工作压力小于 10MPa 时,使用三环一组的V形密封圈就足以保证密封性能;当工作压力大于 10MPa 时,可增加密封环,以加长密封长度来提高其密封性能。V形密封圈安装使用时,应注意使支承环面对着压力油方向,使其在压力油作用下能使两边缘部分张开。同时应注意保护其两边缘,不使其损伤而影响其密封性能。

(3) Y形密封圈密封 Y形密封圈也是依靠压力油张开边缘部分来提高其密封性能的,如图15-28所示。Y形密封圈结构简单,适用场合也很广,可用于活塞与缸体间的密封,也可用于活塞杆与缸盖间的密封。Y形密封圈安装使用时,也应注意使其边缘部分面对压力油,并保护好其两边。

(4) 其它密封圈密封 除了通常采用的以上三种密封圈密封外,还可采用“活塞环”、U形和L形等密封圈密封。

四、液压缸的缓冲

当液压缸的运动速度较快时,由于惯性力较大,在行程终了时会使活塞与缸盖发生撞击而引起振动,并将影响零件的加工精度和机械的使用寿命。为了防止撞击和振动,液压缸设有缓冲装置。液压缸的缓冲是利用液阻增大回油阻力,以降低活塞运动速度来实现的。液压缸常用的缓冲装置,由活塞凸台(圆锥或带三角槽圆柱)和缸盖凹槽(内圆柱)构成,如图15-29所示。当活塞1移近缸盖2时,凸台逐渐进入凹槽,凹槽内的油液将被迫从凸台与凹槽的缝隙或三角槽缝隙中挤出,形成液阻使凹槽内油液压力增高,产生回油阻力以降低活塞运动速度,从而实现缓冲。

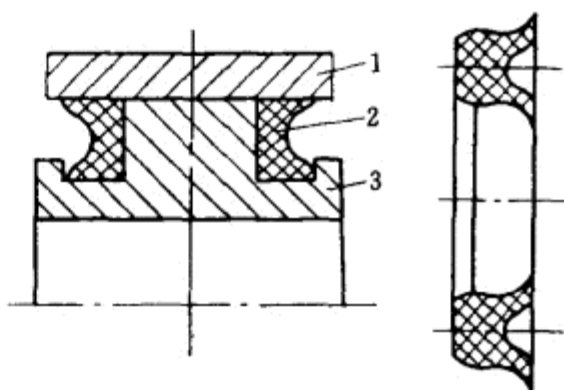


图 15-28 Y形密封圈

1—液压缸壁 2—Y形密封圈 3—活塞

五、液压缸的排气

液压系统中的油液如果混有空气,由于空气和油液的可压缩性不同,将会严重地影响工作部件(液压缸等)的运动平稳性。在高压情况下,还会产生噪声。另外,空气还能使油液氧化变质及腐蚀液压元件。为了便于排除积留在液压系统内的空气,常在液压缸两端最高点分别装有排气塞,如图15-30所示。工作前,拧开排气塞,使活塞全行程空载往返数次,使空气从排气塞小孔中排净,然后拧紧排气塞,进行正常工作。

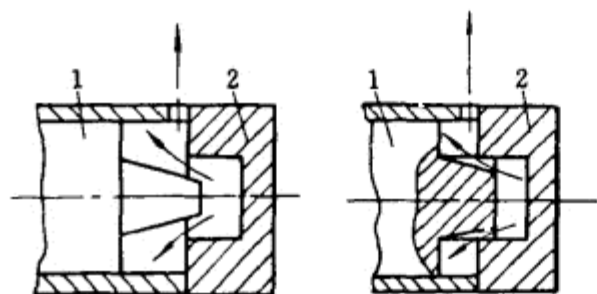


图 15-29 液压缸的缓冲装置

1—活塞 2—缸盖

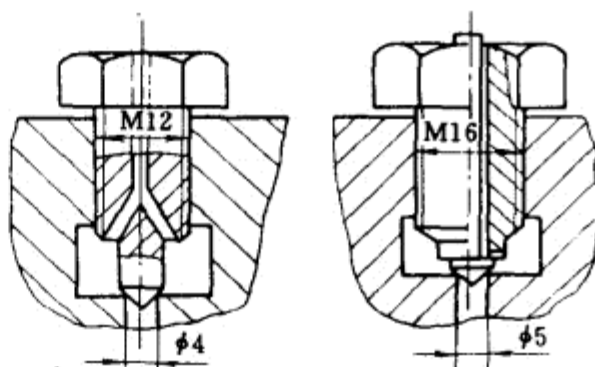


图 15-30 液压缸的排气塞

第四节 液 压 阀

液压阀是液压系统中的控制元件。按其功用可分为:方向控制阀、压力控制阀和流量控制阀三大类,分别用以控制液压系统油液的方向、压力和流量,以满足执行元件在输出力(力矩)、运动速度及运动方向等不同要求。所有液压阀,一般都由阀体、阀芯、弹簧和操纵机构等组成。在原理上,都是通过改变通流面积或通流方向来工作的。

一、方向控制阀

控制油液流动方向的液压阀,称为方向控制阀。它主要有单向阀和换向阀两类。

1. 单向阀

允许油液单方向流动的液压阀,称为单向阀。它有普通单向阀和液控单向阀两种。

(1) 普通单向阀 只允许油液单方向流动,而不允许油液反方向流动的液压阀,称为普通单向阀。它是液压系统中用途最广、结构最简单的一种液压阀。

图15-31是普通单向阀的结构图。它由阀体1、阀芯2和弹簧3组成。其中,图15-31(a)采用

钢球作阀芯,图15-31(b)和图15-32(c)采用带锥面的圆柱作阀芯(也称为滑阀芯)。现以图15-31(b)为例来说明它的工作原理。当液压油从进油口(p_1)流入时,作用在阀芯面积上的作用力,克服弹簧力顶开阀芯,经阀芯上四个径向孔I及轴向孔II从出油口(p_2)流出。当油液反向流动时,在弹簧和油液压力作用下,阀芯紧压在阀体的阀口上,使油液流动截止。由于弹簧力只用于克服阀芯和阀体间的摩擦力,故弹簧的弹性可以做得软些。一般普通单向阀的开启压力为0.035~0.05MPa。

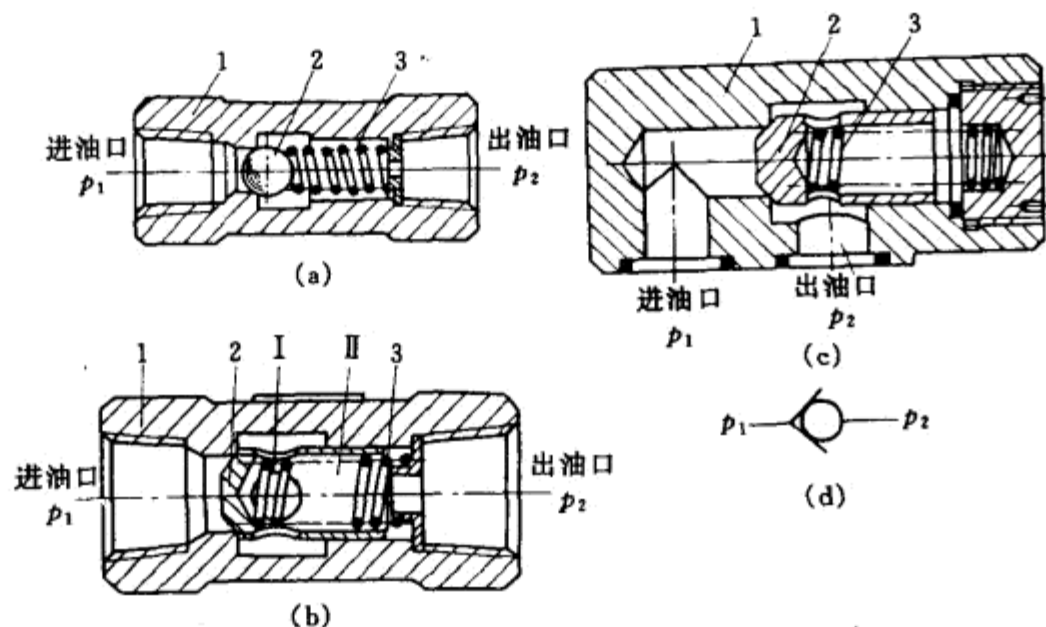


图 15-31 单向阀的结构

(a) 球阀芯 (b)、(c) 滑阀芯 (d) 图形符号

1—阀体 2—阀芯 3—弹簧 I—径向孔 II—轴向孔

流出。当油液反向流动时,在弹簧和油液压力作用下,阀芯紧压在阀体的阀口上,使油液流动截止。由于弹簧力只用于克服阀芯和阀体间的摩擦力,故弹簧的弹性可以做得软些。一般普通单向阀的开启压力为0.035~0.05MPa。

普通单向阀的安装连接有管式和板式连接两种。图15-31(a)、(b)为管式连接普通单向阀;图15-31(c)为板式连接普通单向阀。它们的图形符号如图15-31(d)所示。

(2) 液控单向阀 液控单向阀的作用和普通单向阀基本相同,但它可以利用控制油压打开阀口,使进油口、出油口互通。这种利用控制油压,允许油液单方向流动或双方向互通的液压阀,称为液控单向阀。

图15-32是液控单向阀的结构图。它由阀体5、阀芯3、弹簧4、顶杆2和活塞1等组成。阀体上

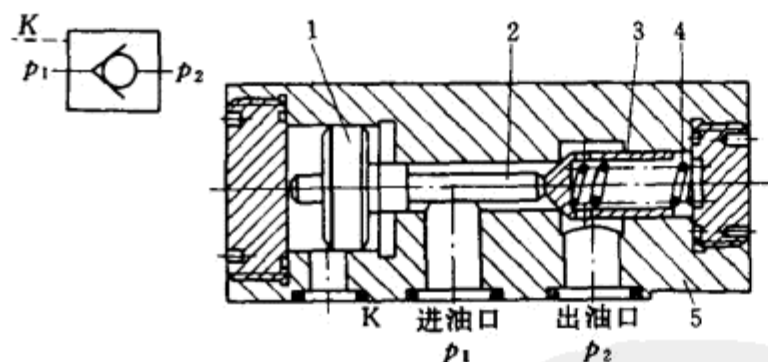


图 15-32 液控单向阀结构

1—活塞 2—顶杆 3—阀芯 4—弹簧 5—阀体

30%~40%。

液控单向阀的职能符号如图15-32左上角所示。

开有进油口和出油口以及液控口K。当液控口不接通液控油时,它和普通单向阀一样,允许油液自进油口(p_1)流向出油口(p_2)而不允许由出油口(p_2)流向进油口(p_1)。当液控口接通液控油时,在液控油压作用下,活塞带动顶杆向右运动顶开阀芯,从而打开阀口,此时油液可以自进油口(p_1)流向出油口(p_2),也可以自出油口(p_2)流向进油口(p_1),达到进油口、出油口互通的目的。液控单向阀的最小液控油压约为主油压的

2. 换向阀

换向阀是利用阀芯(滑阀)在阀体内的相对运动来变换油液流动的方向,接通或关闭油路,从而实现液压系统工作机构运动方向的变换、顺序动作和卸荷等功能。换向阀的应用非常广泛,种类也很多。

换向阀按阀芯在阀体内的工作位置数(简称为位)分,常用的有二位和三位换向阀两种;按阀体与系统油路连通的油口数(简称为通)分,有二通、三通、四通和五通换向阀等;按操纵阀芯在阀体内作相对运动的方式分,有电磁、液动、电液动、手动和机动换向阀等。因此,换向阀的全称应包含以上三个主要内容,如二位二通电磁换向阀、二位三通液动换向阀、二位四通电液动换向阀、三位四通手动换向阀、二位五通机动换向阀等。

(1) 电磁换向阀 电磁换向阀是利用电磁铁来操纵阀芯动作,实现油液流动方向变换的一种换向阀。电磁铁按使用的电源性质,可分为交流(D型)和直流(E型)两种电磁铁。交流电磁换向阀的电压为220V(也有380V或36V),直流电磁换向阀的电压为24V或110V。各种电磁换向阀的工作原理都基本相同。

图15-33为二位四通电磁换向阀的工作原理图。它由阀体7、阀芯(滑阀)3、弹簧6和电磁铁4组成。

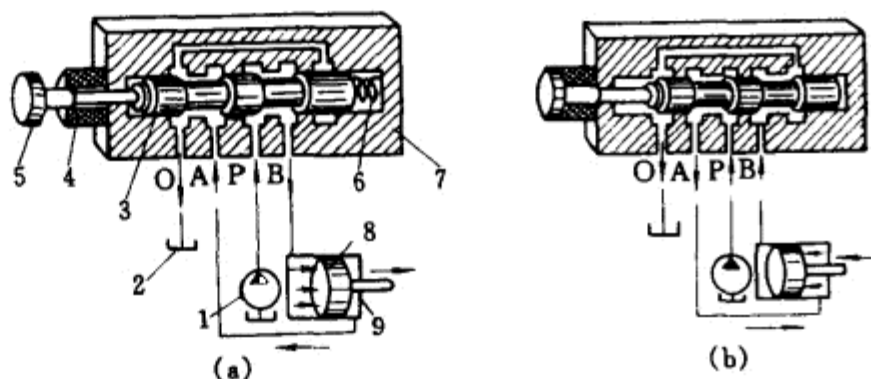


图 15-33 二位四通电磁换向阀工作原理

(a) 电磁铁失电 (b) 电磁铁得电

1—液压泵 2—油箱 3—阀芯 4—电磁铁 5—衔铁
6—弹簧 7—阀体 8—活塞 9—液压缸
P—进油口 O—回油口 A、B—工作口

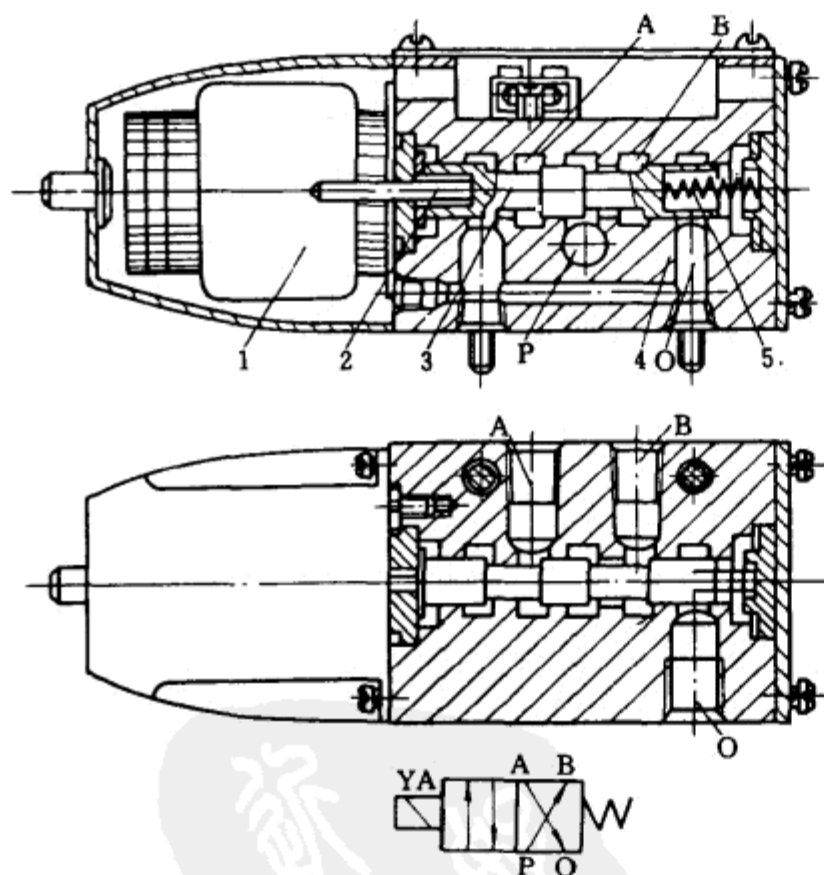







图 15-34 二位四通电磁换向阀结构

1—电磁铁 2—顶杆 3—阀芯 4—阀体 5—弹簧
P—进油口 O—回油口 A、B—工作口

阀体内腔有五个环槽,对外开有四个通口(O、A、P、B),其中,P为进油口,接通自液压泵1输出的液压油;A、B为工作口,接通执行元件(如液压缸9);O为回油口,接通回油箱2的油路。阀芯为三节杆状滑阀,由电磁铁操纵,在阀体内有两个工作位置。当电磁铁失电时,阀芯3在弹簧6作用下处于最左边位置,此被称为常态位置,如图15-33(a)所示。液压油自P口流入阀体,经阀芯上的台肩与阀体内腔环槽间的通道,从B口流入液压缸9左腔,推动活塞8向右运动。液压缸右腔的油液,自A口流入阀体,经阀芯台肩与阀体内腔环槽间的通道,从O口流回油箱2;当电磁铁得电时,电磁铁4吸引衔铁5,推动阀芯3压缩弹簧6,使阀芯处于最右边位置,如图15-33(b)所示。液压油自P口流入,经阀体通道从A口

流入液压缸右腔,推动活塞向左运动。液压缸左腔的油液经B口和O口流回油箱。由于阀芯的换位,改变了油液流动的方向,从而变换活塞运动的方向。

图15-34为二位四通电磁换向阀的具体结构图。该阀的职能符号见图15-34下图。

电磁换向阀职能符号的含义如下:①用大框格表示阀体,小方格表示阀芯在阀体内的位置。二格即二位,三格即三位。②靠近弹簧的一格表示常态下电磁换向阀的工作状况。③符号表示电磁铁。靠近电磁铁的一格表示电磁铁得电时,电磁换向阀的工作状况。④箭头表示换向阀内部的通路情况,一般可表示通路的方向。⑤符号或表示油路被堵阻不通。⑥箭头和符号或与常态位置方格的交点,即为阀体对外的通口。

电磁换向阀一般制成中压系列,额定流量不超过 $1.05 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 图15-35为三位四通电磁换向阀的工作原理图。与二位四通电磁换向阀相比,仅在阀体两端各增加了一根弹簧和一只电磁铁。因此,该阀在常态下,阀芯2由两端弹簧1作用,被平衡在中间位置(即常态位置)。当左边电磁铁得电,右边电磁铁失电时,左边电磁铁吸引衔铁推动阀芯压缩右边弹簧,迫使阀芯处于最右边位置(称为左位)。此时该阀内部的通路情况是 $P \rightarrow A; B \rightarrow O$ 。当右边电磁铁得电,左边电磁铁失电时,阀芯则处于最左边位置(称为右位),此时该阀内部的通路情况是 $P \rightarrow B; A \rightarrow O$ 。如果左、右两边电磁铁都失电,则阀芯恢复处于中间位置(称为中位),此时P、O、A、B四通口都被阀芯柱面或台肩堵阻,使油液无法流动。

图15-36为三位四通电磁换向阀的结构图。该阀的职能符号见图15-36下图。

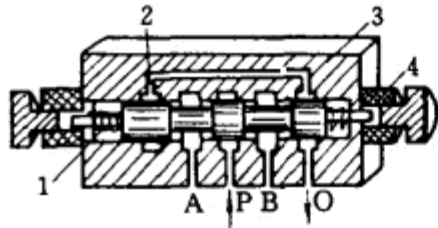


图 15-35 三位四通电磁换向阀的工作原理
1—弹簧 2—滑阀 3—阀体 4—电磁铁

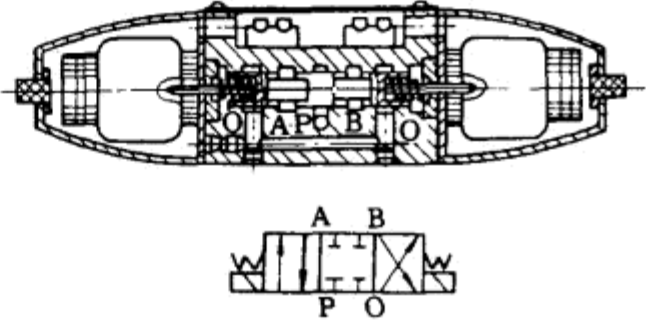


图 15-36 三位四通电磁换向阀结构

在上述三位四通电磁换向阀中,左、右两位用来实现油路的换向,而中位P、O、A、B四通口互不相通的特殊状态是三位换向阀的特殊机能。常用的滑阀机能有O、P、H、Y、M、K、X等,其特点见表15-1。其它滑阀机能可查阅有关液压传动手册。

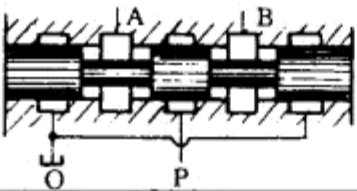
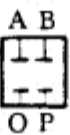
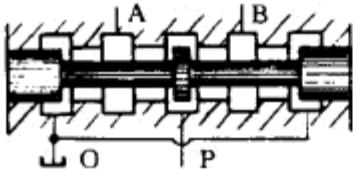

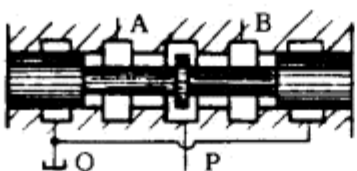
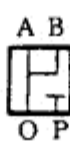
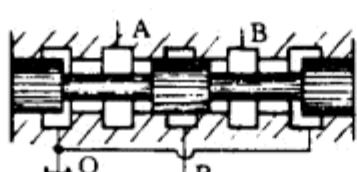

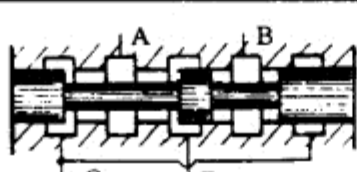
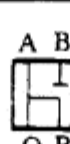
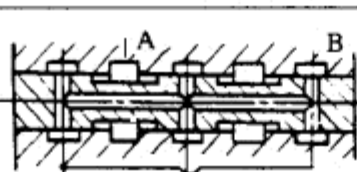
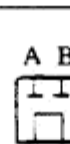
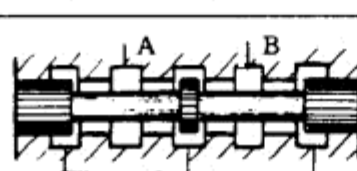
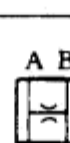
从表15-1中可看出,仅改变滑阀的结构尺寸就能实现各种滑阀机能。

如果将二位四通或三位四通换向阀的回油口,分别从阀体的首末两个环槽单独引出,即成为二位五通或三位五通换向阀,其对外通口为P、O₁、O₂、A、B五通口。如果将阀体内腔环槽制成三环槽、四环槽,阀芯制成二节杆,则可构成其它各种换向阀,如二位二通、二位三通等。

(3) 液动换向阀 电磁换向阀的换向动作很快,液压缸工作腔的液压油压力由 p 突然降为零,另一腔由零突然升到 p 。压力的突然变化会引起执行机构换向时的冲击现象,流量愈大,推动阀芯移动的力愈大,冲击愈严重。这不仅使推动阀芯移动的电磁铁体积庞大,更主要的是会影响执行元件的运动平稳性及工作质量。所以,在液压系统中,工作流量较大($1.05 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$)时,常采用液动换向阀。液动换向阀是利用控制油路的液压油,操纵阀芯改变工作位置的换向阀。

表 15-1

三位四通换向阀的滑阀机能

代号	名称	结构原理图	图形符号	性能特点
O	中间 封闭			油口全闭, 油不流动, 缸被锁紧, 泵不卸荷, 并联的缸或马达运动不受影响。缸内充满油, 从静止到启动平稳; 换向时运动惯性引起的冲击较大; 换向位置精度高
H	中间 开启			油口全开, 泵卸荷, 缸成浮动状态; 其它执行元件不能并联使用。缸两腔通油箱, 从静止到启动有冲击; 换向时油口互通, 故换向较O型平稳, 但冲出量较大
P	PAB 连接			P口与缸两腔连通, 可形成差动回路; 泵不卸荷, 可并联其它执行元件。回油口关闭, 从静止到启动较平稳; 换向时缸两腔均通压力油, 制动时最平稳; 冲出量比H型小
Y	ABO 连接			P口关闭, 缸两腔通油箱, 缸成浮动状态; 泵不卸荷, 可并联其它执行元件, 从静止到启动有冲击; 换向性能介于O型与H型之间
K	PAO 连接			缸一腔关闭--腔通油箱, 泵卸荷, 不能并联其它执行元件, 从静止到启动较平稳; 一个方向制动时有冲击, 但换向位置精度高, 另一方向制动时平稳, 但冲出量较大
M	PO 连通			缸两腔封闭, 缸锁紧; 泵卸荷, 不能并联其它执行元件。换向性能与O型相同。可用于立式液压缸或锁紧系统中
X	PABO 半开启 连接			各油口半开启接通, P口保持一定的压力。换向性能介于O型和H型之间

液动换向阀的换向时间分为可调(带阻尼装置, 用于额定流量 $1.05 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 及以上)和不可调(不带阻尼装置, 用于额定流量 $4.17 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 及以下)的两种。带阻尼装置的液动换向阀体内装有单向节流元件, 用以调节控制油路的流量, 从而改变换向阀的换向速度。

图15-37为三位四通液动换向阀的工作原理图。图15-37(a)是不带阻尼装置的液动换向阀。当控制油口 K_1 接通液控油时, 阀芯在液控油压力作用下被推动处于极右位置(左位), 这时 $P \rightarrow A; B \rightarrow O$; 当控制油口 K_2 接通液控油时, 滑阀被推动处于极左位置(右位), 这时 $P \rightarrow B, A \rightarrow O$ 。如果 K_1, K_2 口都不接通液控油时, 阀芯在两端弹簧作用下, 平衡于中间位置(中位), 图中为O型滑阀机能, 则P、O、A、B互不通。图15-37(b)为该阀的职能符号。

当换向阀的工作流量达 $1.05 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 或以上时, 换向冲击较大, 应采用带阻尼装置的液动换向阀。阻尼装置由一个单向阀和一个节流阀并联组成, 安装在控制油源和液动阀控制腔之间, 如图15-37(c)所示。当 K_1 口进液控油时, 液控油压作用力顶开左侧阻尼装置的单向阀, 进

入阀芯左端推动阀芯向右移动, 阀芯右端的液控油则经右侧阻尼装置的节流阀从 K_2 口回油。节流阀开口愈小, 回油时间愈长, 阀芯换向速度就愈慢。反之, 当 K_2 口进液控油时, 则由左侧阻尼装置的节流阀起作用, 控制阀芯换向速度。只要调节两侧节流阀的开口大小, 就可以控制阀芯两个方向的换向速度, 从而减小冲击和噪声。

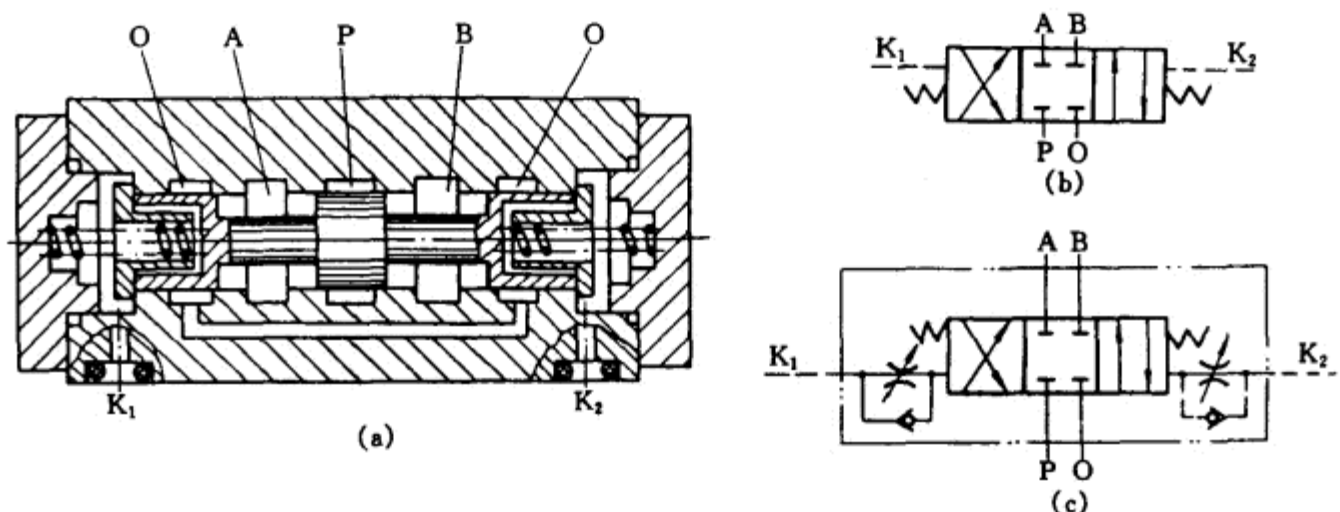


图 15-37 三位四通液动换向阀工作原理图

(4) 电液动换向阀 液动换向阀液控油的换向, 可以用电磁换向阀来控制。这样就可以用小流量的电磁换向阀操纵大流量的液动换向阀, 成为电液动换向阀。这种阀由电磁换向阀和带阻尼装置的液动换向阀组合而成, 是一种组合阀, 如图15-38所示。其中, 图15-38(a)为电液动换向阀工作原理图。图15-38(b)为该阀的图形符号。图15-38(c)为该阀的简化图形符号。

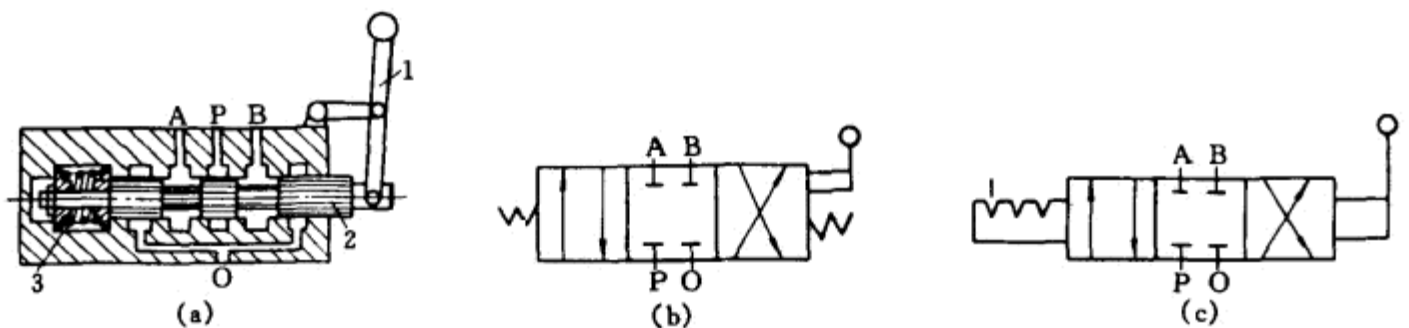


图 15-38 电液动换向阀工作原理图

(a) 工作原理图 (b) 图形符号 (c) 简化图形符号

1—弹簧 2—滑阀 3—阀体

电液动换向阀中, 电磁换向阀起先导作用, 用以操纵液动换向阀阀芯动作, 也称为先导阀; 而液动换向阀则控制系统油路的切换, 称为主阀。从图15-38(b)中可以看出, 当电磁换向阀的两侧电磁铁均失电时, 电磁换向阀处于中位, 此时 K_1 、 K_2 都与油箱相通(压力为零)。因此, 液动换向阀在两端弹簧作用下平衡于中位。当左侧电磁铁得电而右侧电磁铁失电时, 电磁换向阀处于左位, K_1 与液控油源接通, 油液经左侧阻尼装置单向阀进入液动换向阀左端, 推动阀芯右移, 阀芯右端液控油, 经右侧阻尼装置节流阀、 K_2 、电磁换向阀回油箱, 使液动换向阀也处于左位; 反之, 当右侧电磁铁得电而左侧电磁铁失电时, 电磁换向阀处于右位, 则液动换向阀也随之处于右位。

三位电液动换向阀的中位状态, 也有滑阀机能。但其先导电磁换向阀的中位机能, 通常为Y型机能, 它可以使液动换向阀两端液控油卸荷, 保证液动阀芯处于中位。电液动换向阀必定是带阻尼装置的。

(5) 手动换向阀 手动换向阀是人工扳动杠杆手柄操纵阀芯动作的换向阀。分为自动复位式和钢球定位式两种(图15-39)。

图15-39(a)为自动复位式三位四通手动换向阀的工作原理图。当向左推动手柄1时,阀芯2右移,此时 $P \rightarrow A$, $B \rightarrow O$ (左位);当向右拉动手柄时,阀芯2左移,此时 $P \rightarrow B$, $A \rightarrow O$ (右位);如果放松手柄,则阀芯2在左边弹簧3作用下自动回复到中间位置(中位),此时 P 、 O 、 A 、 B 互不相通(O 型机能)。图15-39(b)为该阀的职能符号。图15-39(c)为钢球定位式手动换向阀的职能符号。

(6) 机动换向阀 机动换向阀是利用机械行程撞块或凸轮推动阀芯动作的换向阀,也称为行程换向阀。机动换向阀一般都为板式连接二位阀,其职能符号如图15-40所示。其中,图15-40(a)为常闭型二位二通机动换向阀,图15-40(b)为常开型,图15-40(c)为二位三通,图15-40(d)为二位四通,图15-40(e)为二位五通。

二、压力控制阀

在液压系统中,由于工作负载不同,系统的工作压力也不同,因此需要根据系统负载来调节系统的工作压力。用以控制液压系统压力的液压阀,称为压力控制阀。常用的压力控制阀有溢流阀、减压阀、顺序阀和压力继电器等。它们都是利用油液压力在阀芯上的作用力和弹簧力相平衡的原理,实现压力控制的。

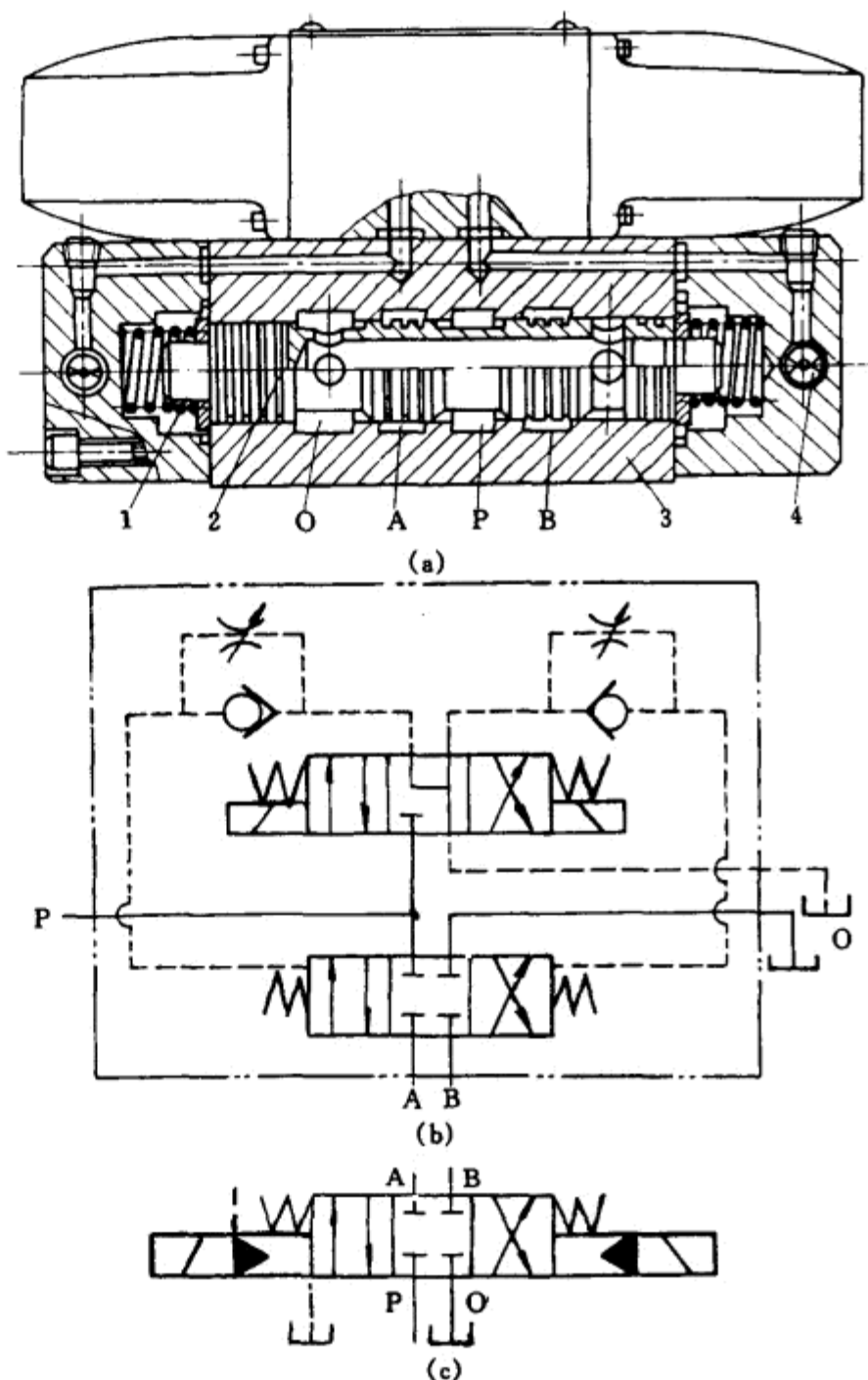


图 15-39 手动换向阀

(a) 工作原理图 (b) 自动复位式三位四通手动换向阀职能符号
(c) 钢球定位式手动换向阀职能符号
1—手柄 2—阀芯 3—弹簧

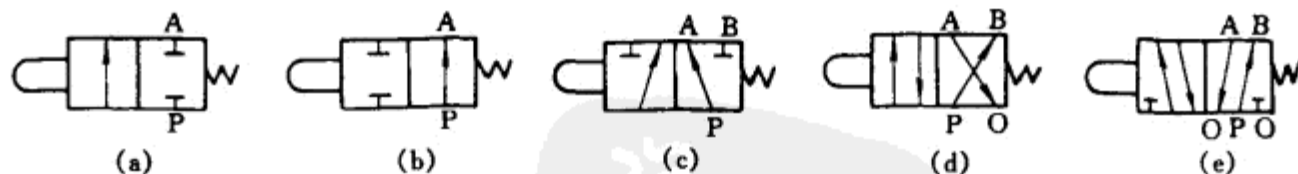


图 15-40 机动换向阀图形符号

1. 溢流阀

溢流阀一般安装在液压泵的出口处,并联在系统中使用,用以使系统中多余的油液溢回油箱,保持系统压力稳定,当系统过载时,通过溢流阀起安全保护作用。溢流阀有直动式溢流阀和先导式溢流阀两种。

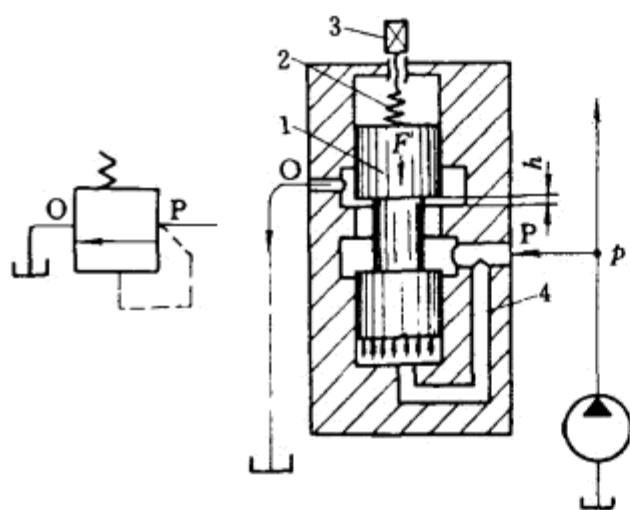


图 15-41 直动式溢流阀的工作原理

1—阀芯 2—弹簧 3—调压螺钉 4—阀体内部通道

限制系统压力增大,直至系统压力使 $pS=F$ 时,阀心就被平衡在某一位置上,开口 h 的大小也被固定,因此系统压力(不计阀芯自重和摩擦)为 $p=F/S$ 。因为阀芯面积由结构确定为定值,所以只要拧动调压螺钉调整弹簧力,就可以控制系统的压力。弹簧力小,开口 h 大,液阻小,溢流量大,系统压力低;弹簧力大,开口 h 小,液阻大,溢流量小,系统压力高。

直动式溢流阀的职能符号如图15-41左图所示。

(2) 先导式溢流阀 图15-42为先导式溢流阀的结构图。这种阀由先导阀和主阀两部分组合而成。右部是先导阀,它的阀芯4是锥形的,所以也称为锥阀。左部是主阀,它相当一个直动式溢流阀,但它的阀芯9开有油孔10、中心孔11和阻尼孔8。它的阀体内腔 a 与进油口 P 相通,内腔 b 与出油口 O 相通。

系统压力为 p 的液压油从进油口 P 进入主阀内腔 a 以后分为两路。一路经主阀芯油孔10、中心孔11流入阀芯左端油腔12;另一路经油孔10、阻尼孔8流入阀芯右端油腔13,再经先导阀油孔6、5作用在锥阀芯4上。当系统压力 p 较低时,作用在锥阀芯有效面积 $S_{\text{锥}}$ 上的液压作用力 $pS_{\text{锥}}$ 小于锥阀弹簧3的力 $F_{\text{锥}}$,即 $pS_{\text{锥}} < F_{\text{锥}}$ 时,先导阀口关闭。这时液压油在阻尼孔中不流动,主阀芯两端的压力相等($p_{\text{左}} = p_{\text{右}} = p$)。主阀芯在主阀弹簧7的作用下处于最左边位置,将出油口 O 关闭,系统液压油不能从出油口流出。当系统压力升高,使 $pS_{\text{锥}} > F_{\text{锥}}$ 时,则打开先导锥阀,液压油经先导阀油孔14,从出油口 O 流回油箱,形成具有压力 p 的油液在阻尼孔中流动,产生液阻压力损失,使主阀芯右端的压力 $p_{\text{右}}$ 小于左端的压力 $p_{\text{左}}$ ($p_{\text{右}} < p$)。由于主阀弹簧7的力 $F_{\text{主}}$ 只需克服主阀芯的移动摩擦力,一般较小,使主阀芯两端的作用力 $pS_{\text{主}} > (p_{\text{右}}S_{\text{主}} + F_{\text{主}})$,主阀芯右移,打开出油口。系统液压油经主阀内腔 a 、开口 h (图中未画)、内腔 b 从出油口溢回油箱,限制系统压力升高,直至 $p_{\text{右}}S_{\text{主}} = F_{\text{主}}$ 时,使先导锥阀处于打开和关闭的临界状态。系统压力稍有升高,立即重复以上过程,从而使主阀芯处于平衡状态,主阀开口 h 即被固定。其作用力平衡式为:

$$pS_{\text{主}} = p_{\text{右}}S_{\text{主}} + F_{\text{主}}$$

则

$$p = p_{\text{右}} + \frac{F_{\text{主}}}{S_{\text{主}}}$$

由此可知,由于主阀芯右端存在压力 $p_{\text{右}}$,即使系统压力很高,主阀弹簧7仍可以做得较软些。当主阀芯两端压力差($\Delta p = p - p_{\text{右}}$)使阀芯右移时,虽主阀弹簧有压缩量,但其弹簧力 $F_{\text{主}}$ 的变化却很小,基本近似一定值。根据 $p_{\text{右}} = F_{\text{主}}/S_{\text{主}}$,因此只要拧动调压螺帽1,调整先导阀的弹簧

力 $F_{\text{锥}}$,即可控制主阀芯右端压力 $p_{\text{右}}$,从而控制系统压力 p 。

因为先导锥阀芯有效作用面积 $S_{\text{锥}}$ 较小,而先导弹簧较强硬,即弹簧力 $F_{\text{锥}}$ 较大,所以先导式溢流阀可以控制较高的系统压力。

先导式溢流阀在主阀芯右端油腔13处对外开有一油口,称为液控口K或卸荷口L。一般情况下堵塞不用。如果在该口接通压力为 p_K 的液控油,则系统最大压力即被控制为 p_K 。如果将该油口接通回油箱,则主阀芯右端压力为零,因此主阀芯右移至最右边位置,完全打开出油口,使系统压力降为零,即系统卸荷。

先导式溢流阀灵敏度高,波动小,噪声小,压力稳定,调压范围广(0.2~6.3MPa),所以被广泛应用。

先导式溢流阀的职能符号如图15-42左上角所示。如果将液控口K(或L)堵塞不用时,它的职能符号与直动式溢流阀相同,见图15-41左边所示。

2. 减压阀

减压阀串联在支系统中使用,用以使支系统获得比主系统压力低而稳定的液压油。

图15-43为减压阀的结构原理图。它的外形和先导式溢流阀一样,也由先导阀和主阀两部分组成。但主阀芯8是不同的,先导式溢流阀的主阀芯为两节杆,而减压阀的主阀芯为三节杆。

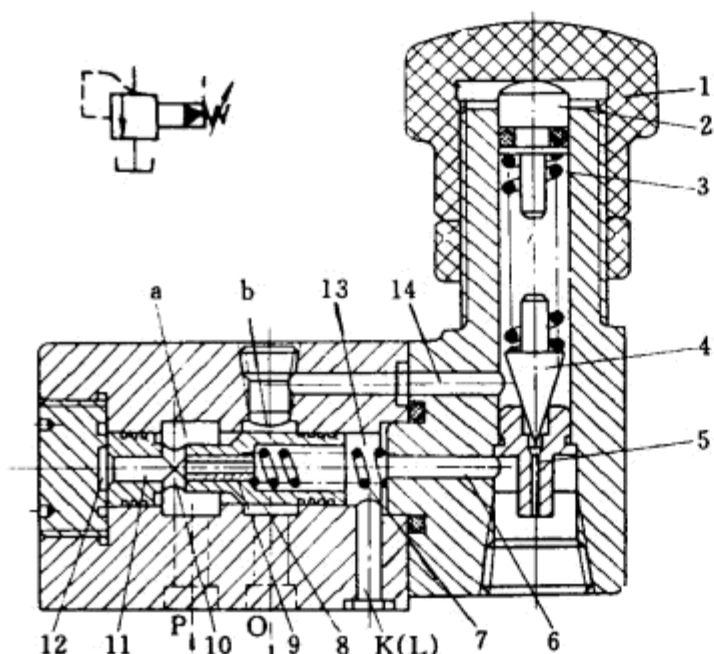


图 15-42 先导式溢流阀结构图

- 1—调压螺母 2—柱塞 3—锥阀弹簧 4—锥阀芯
5、6、14—先导阀油孔 7—先导阀的弹簧 8—阻尼孔
9—主阀芯 10—油孔 11—中心孔 12、13—主阀两端油腔
a—主阀进油腔 b—主阀出油腔

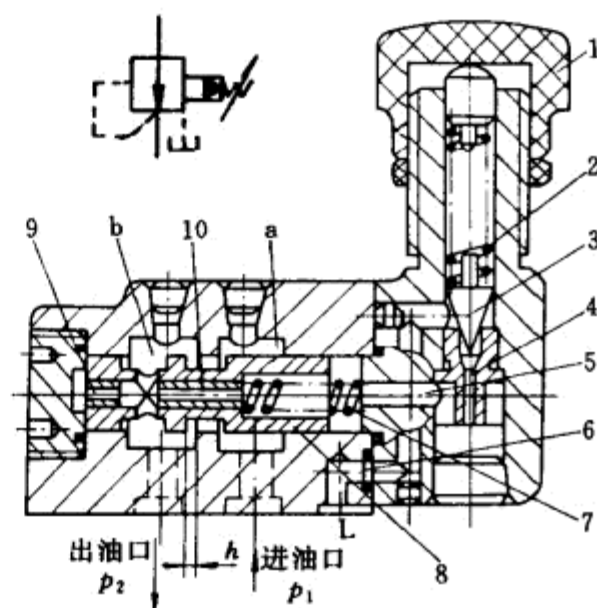


图 15-43 减压阀工作原理图

- 1—调压螺母 2—先导阀弹簧 3—锥阀芯
4、5、6—先导阀油孔 7—主阀弹簧
8—主阀芯 9—中心孔 10—阻尼孔
a—主阀进油腔 b—主阀出油腔

来自主系统压力为 p_1 的液压油,从进油口进入主阀腔a以后,经过狭窄的开口 h 到达腔b。具有压力的液压油流过狭窄的开口缝隙时,会产生液阻压力损失,因此使到达b腔的液压油压力降为 p_2 ,自出油口输出至支系统。这就是减压阀的基本原理。压力为 p_2 的液压油在b腔中又分为两路:一路经主阀芯8的中心孔9及阻尼孔10,分别作用在主阀芯左、右两端;另一路由右端的液压油又经先导阀油孔5、4作用在先导锥阀芯3上。当支系统外载较小,使压力 p_2 较低时,锥阀芯上的液压作用力 $p_2 S_{\text{锥}}$ 克服不了先导锥阀弹簧2的作用力 $F_{\text{锥}}$,即 $p_2 S_{\text{锥}} < F_{\text{锥}}$ 时,锥阀芯关闭。主阀芯在主阀弹簧7作用下向左移动,增大开口 h ,使液阻压力损失减小,从而提高 p_2 。当支系统

外载过大,使压力 p_2 增高,如果 $p_2 S_{\text{锥}} > F_{\text{锥}}$ 时,锥阀芯被打开,液压油经先导阀体油孔6自泄油口L流回油箱。此时增高后的压力为 p_2 的液压油流经阻尼孔10,产生液阻压力损失,使主阀芯右端液压作用力 $p_{\text{右}} S_{\text{主}}$ 加上主阀弹簧力 $F_{\text{主}}$,小于主阀芯左端液压作用力 $p_2 S_{\text{主}}$,即 $p_2 A_{\text{主}} > p_{\text{右}} S_{\text{主}} + F_{\text{主}}$ 。主阀芯右移减小开口 h ,使液阻压力损失增大,从而降低 p_2 。

由此可知,减压阀的先导锥阀芯平衡式为:

$$p_2 S_{\text{锥}} = F_{\text{锥}}$$

即

$$p_{\text{右}} = \frac{F_{\text{锥}}}{S_{\text{锥}}}$$

主阀芯的平衡式为:

$$p_2 S_{\text{主}} = p_{\text{右}} S_{\text{主}} + F_{\text{主}}$$

即

$$p_2 = p_{\text{右}} + \frac{F_{\text{主}}}{S_{\text{主}}}$$

拧动调压螺母1,即可控制主阀芯右端压力 $p_{\text{右}}$,从而控制支系统压力 p_2 ,并使它不受外载变化而波动。这就是减压阀能使支系统获得比主系统压力低而稳定的压力的工作原理。

减压阀的工作原理和先导式溢流阀相似,但有下列不同之处:

- (1) 减压阀控制主阀芯动作是利用出油口压力,而溢流阀是利用进油口压力;
- (2) 常态时,减压阀的开口 h 是常开的,而溢流阀是常闭的;
- (3) 减压阀的开口随出油口压力升高而减小,溢流阀的开口随进油口压力升高而增大;
- (4) 减压阀中先导阀的泄油口必须单独接通回油箱,而溢流阀则是通过阀体内部通道从出油口泄油回油箱。

减压阀调压范围为0.3~6.3MPa。减压阀的职能符号如图15-43右上角所示。

减压阀还可以与单向阀组成单向减压阀。

3. 顺序阀

控制液压系统各执行元件先后顺序动作的液压阀,称为顺序阀。顺序阀的结构也分为直动式和先导式两种。直动式应用较多,先导式一般应用于压力较高的液压系统中。这两种顺序阀按控制方式又都可以分为直控和液控两种。直接利用进油本身的压力进行控制的称直控(也称内控),简称顺序阀;用外来油液压力进行控制的称液控(也称远控)顺序阀。

(1) 直动式顺序阀 图15-44为内控直动式顺序阀的结构原理图和职能符号。液压油从进油口(p_1)进入阀体,经阀芯上的中心小孔作用在阀芯的下端。当进油口的压力较低时,阀芯在上端弹簧力的作用下处于下端位置,油口 p_1 和 p_2 被隔开。当液压作用力大于阀芯上端弹簧的作用力时,阀芯上移,使阀口打开,油口 p_1 和 p_2 接通,液压油从出油口(p_2)流出送至后动作系统。为了防止阀芯与阀体间的泄漏油在弹簧腔内积聚,产生压力抵制阀芯下端的液压作用力,影响顺序阀的控制灵敏度,顺序阀的阀芯上端弹簧腔,对外开有泄油口L,单独接通回油箱。

图15-45(a)为液控直动式顺序阀的结构原理图职能符号。它与内控直动式顺序阀的主要差别在于液控直动式顺序阀的下端有一个控制油口K,当与油口K相通的外来控制油压超过阀芯上端弹簧的调整压力时,阀芯上移,油口 p_1 和 p_2 接通。图15-45(b)为其职能符号。如将顺序阀当卸荷阀使用时,可将出油口 p_2 接通油箱。这时应将阀盖转一个角度,使它上面的小泄油孔内部和阀体上的出油口 p_2 接通(有的液控顺序阀能满足这个要求),这样就可以省掉一根回油管路。液控顺序阀作泄荷阀用时的职能符号如图15-45(c)所示。

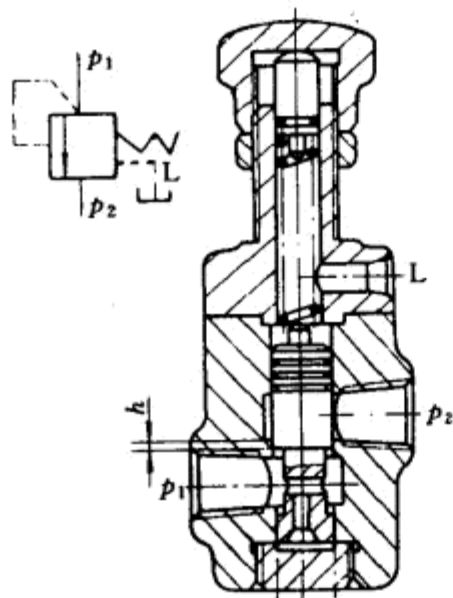


图 15-44 内控直动式顺序阀

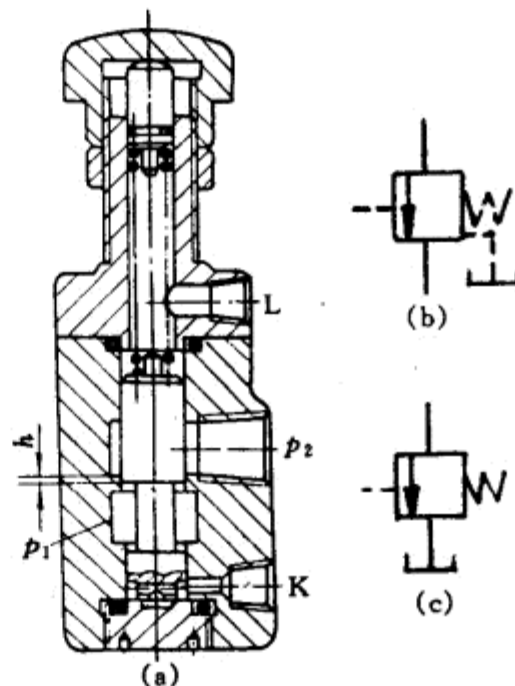


图 15-45 液控直动式顺序阀

(2) 先导式顺序阀 图15-46为板式连接的中压先导式顺序阀。液压油从进油口(p_1)进入主阀腔a后,分两路送至主阀芯9的左、右两端及先导锥阀芯4的下部。当液压油作用在锥阀芯的液压作用力大于先导阀弹簧3的弹簧力时,锥阀芯上移打开先导阀口,经先导阀体油孔14从泄油口L流回油箱。此时,具有压力的液压油流经主阀芯的阻尼孔8产生液阻压力损失,使主阀芯右端液压作用力与主阀弹簧7的弹簧力之和小于主阀芯左端的液压作用力,主阀芯右移过油封为h,打开主阀口,液压油从出油口(p_2)流出,送至后动作系统。其职能符号如图15-46左上角所示。

4. 压力继电器

压力继电器是液压元件和电气元件的组合。它是利用油液压力操纵电气开关发出电信号的装置。图15-47为滑阀式压力继电器的结构原理图。它的底部有一个液控口K和液压系统相

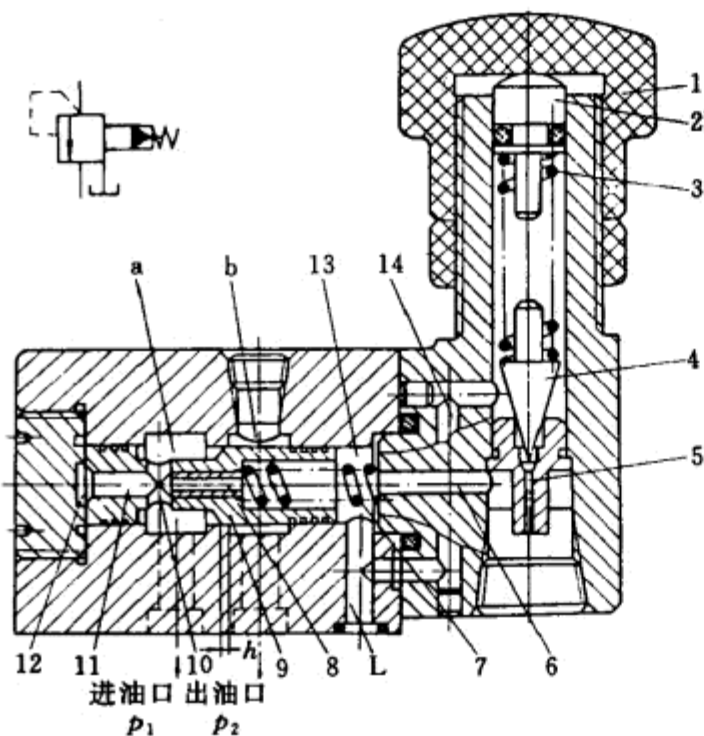


图 15-46 先导型顺序阀

- 1 调压螺母 2 柱塞 3 先导阀弹簧 4 锥阀芯
5.6.14 先导阀油孔 7 主阀弹簧 8 阻尼孔 9 主阀芯
10 油孔 11 中心孔 12.13 主阀两端油腔
a 主阀进油腔 b 主阀出油腔 L 泄油口

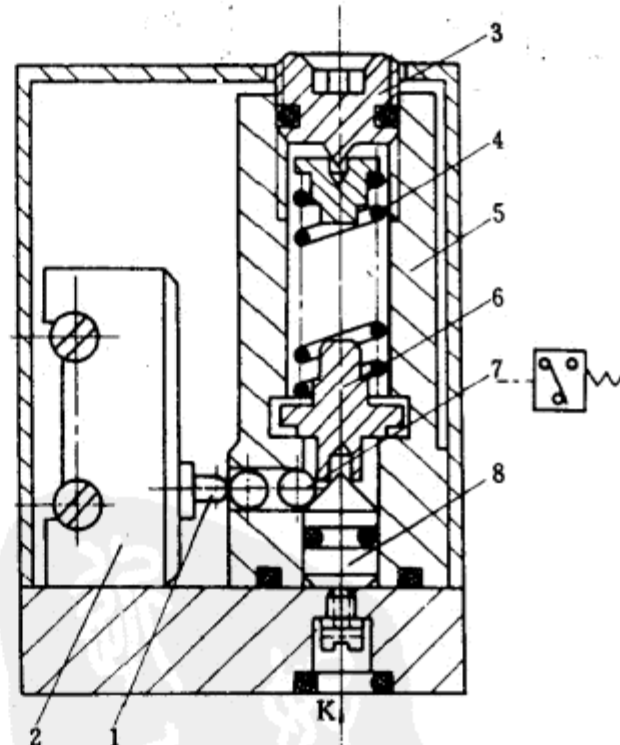


图 15-47 滑阀式压力继电器

- 1 触头 2 微动开关 3 调节螺钉 4 弹簧
5 阀体 6 弹簧座 7 钢球 8 阀芯 K 液控口

通。当系统压力在阀芯8下端的液压作用力小于滑阀上端弹簧4的弹簧力时, 阀芯不动作; 当液压作用力达到能克服弹簧力时, 阀芯上移, 阀芯锥面推动钢球7向左移动, 压进触头1, 微动开关2的触点接通, 发出电信号控制其它电气元件动作; 当系统压力下降到一定值时, 弹簧4将阀芯8压下, 微动开关复位, 中断电信号。拧动调压螺钉3调整弹簧力, 即可控制发出电信号时的系统压力。压力继电器的职能符号如图15-47右所示。

三、流量控制阀

流量控制阀是利用改变通流截面来控制系统工作的流量, 从而控制执行元件运动速度的液压阀。它一般串联在需要控制执行元件运动速度的系统中, 并必须与溢流阀联合使用。常用的流量控制阀有普通节流阀、调速阀以及其它组合流量控制阀。

油液流经小孔或狭缝时, 会遇到阻力。流量阀的通流截面愈小, 则油液流过时的阻力就愈大, 因而通过该阀的流量也愈小, 反之则愈大。所以, 只要改变流量阀的通流截面, 就可以改变通过流量阀的流量。这种可以调节改变大小的通流截面, 称为节流口。

1. 节流口的形式

节流口的形式很多, 图15-48为几种常用的节流口形式。

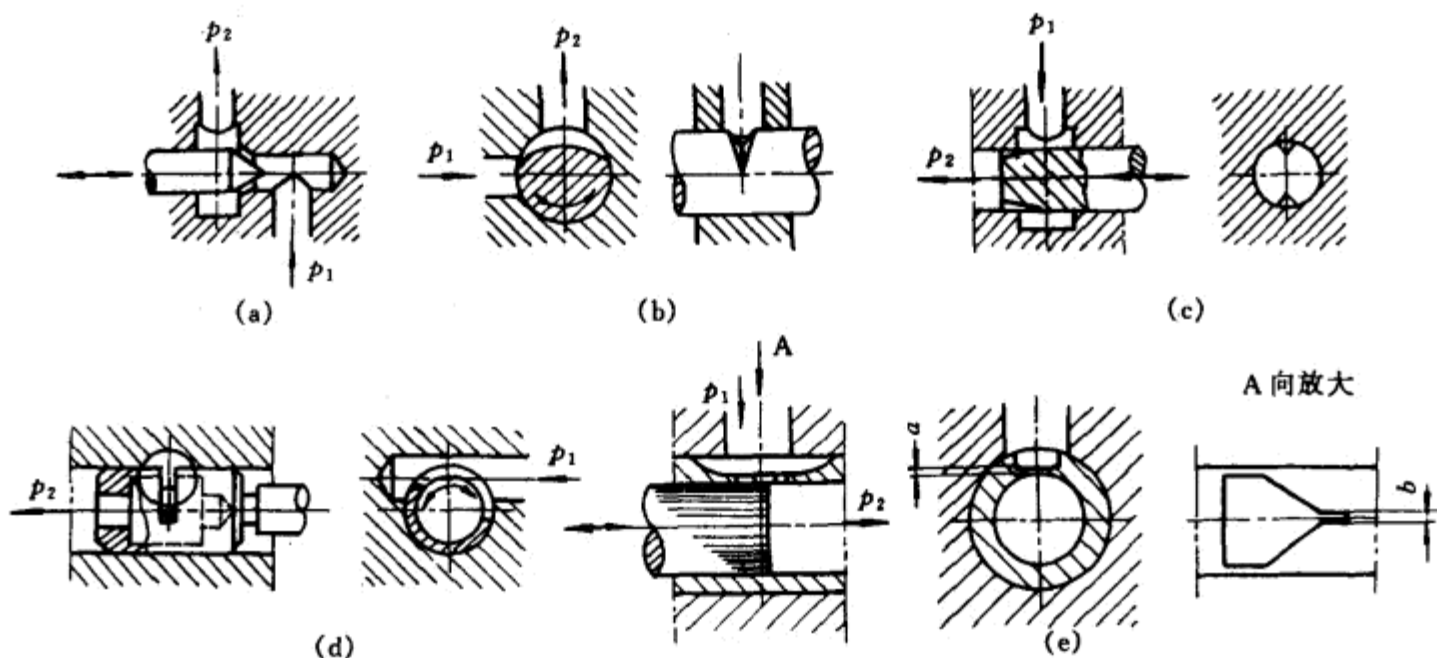


图 15-48 节流口的形式

(a) 针阀式 (b) 偏心式 (c) 轴向三角沟槽式 (d) 周向缝隙式 (e) 轴向缝隙式

图15-48(a)为针阀式节流口, 针阀作轴向移动, 调节环形通道的大小以调节流量。图15-48(b)为偏心式节流口, 在阀芯上开了一个截面为三角形或矩形的偏心槽, 当转动阀芯时, 就可以调节通道的大小以调节流量。图15-48(c)为轴向三角沟槽式节流口, 在圆柱阀芯端部沿轴线方向开有一个或两个截面为三角形的沟槽, 轴向移动阀心时, 三角沟槽可以与阀口组成可变的通流截面, 用以调节流量。图15-48(d)为周向缝隙式节流口, 阀芯为一中空圆柱, 并在中部铣出一条狭缝, 油液通过狭缝流入阀芯内孔再经左边的孔流出, 转动阀心就可以改变狭缝的通流截面, 从而控制流量的大小。图15-48(e)为轴向缝隙式, 在套筒上开有轴向缝隙, 轴向移动阀芯就可以改变缝隙的通流面积的大小以调节流量。

2. 节流阀

图15-49为普通节流阀。这种节流阀节流口的形式是轴向三角沟槽式。油从进油口(p_1)流

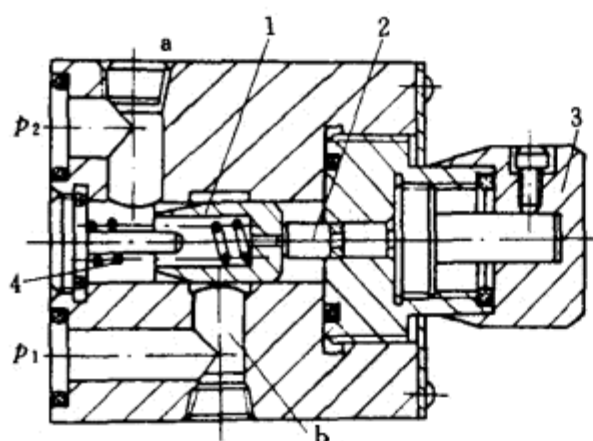


图 15-49 普通节流阀

1—阀芯 2—推杆 3—手把 4—弹簧
a—出油孔 b—进油孔

入，经孔道b和阀芯1左端的节流沟槽进入孔道a，再从出油口(p_2)流出。转动手把3，利用推杆2使阀芯1作轴向移动，以改变节流口面积，从而达到调节流量的目的。弹簧4的作用是使阀芯1始终向右压紧在推杆2上。它的职能符号如图15-49右图所示。

普通节流阀可与其它阀组合成单向节流阀、单向行程节流阀等。

流过节流阀的流量 Q 不仅与节流口的开口大小有关，而且还与节流阀前后的压力差 Δp 有关。节流阀前后的压力差大，则流过节流阀的流量增多；反之，则流量减少。因此，即使调定节流阀的节流口大小，流过节流阀的流量还是会随节流阀前后压力差的变化而变化，也就是随外载波动而波动，所以节流阀适用于对速度稳定性要求不高的系统中。如果对速度稳定性要求较高时，可采用调速阀代替节流阀。

3. 调速阀

调速阀是由定差减压阀和节流阀串联组合而成。节流阀用以调节通过调速阀的流量，定差减压阀则能自动补偿负载变化对流量的影响，始终保持节流阀前后压力差恒定不变，消除了负载变化对流量的影响。

图15-50(a)是调速阀的工作原理图。调速阀的进油口压力为 p_1 ，由液压泵出口处的溢流阀4调定，基本保持不变。压力油进入调速阀，经减压阀1减压后降为 p_2 ，再经节流阀2的节流口降压为 p_3 流入液压缸3。 p_3 的大小由液压缸的负载 p 和背压力决定。压力为 p_2 的油液经孔e和孔f分别流入减压阀芯大端环形腔c和小端底部油腔d；节流后的压力 p_3 经孔a流入减压阀大端弹簧腔b中。稳态工作时，若不计阀芯自重、摩擦力和液动力，减压阀芯的力平衡方程为

$$p_2 S = p_3 S + F_{\text{弹}}$$

$$\text{或 } \Delta p = p_2 - p_3 = \frac{F_{\text{弹}}}{S}$$

式中 S ——减压阀芯大端的面积

$F_{\text{弹}}$ ——减压阀弹簧力

因为减压阀的弹簧3只需克服阀芯移动时的摩擦力，可做得软些，而在工作中阀芯的移动量很小，因此 $F_{\text{弹}}$ 可视为一定值，所以节流阀前后的压力差 Δp 基本为一定值。这就使得调速阀

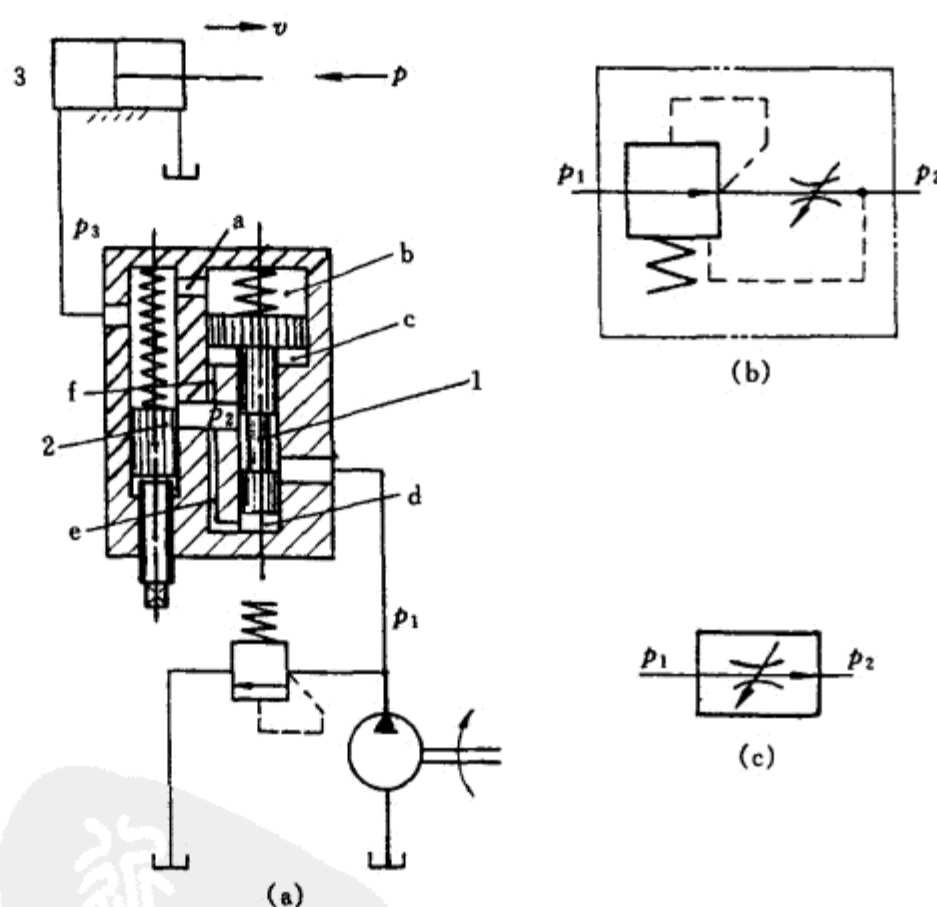


图 15-50 调速阀

(a) 工作原理图 (b) 职能符号 (c) 简化符号

的流量只随节流口开度大小而改变,而与负载变化无关。

当工作负载 p 增大使 p_3 升高时,则减压阀芯下移,减压阀口增大,使减压值减小,则 p_2 增大,从而保持 $\Delta p = p_2 - p_3$ 基本为一定值。当工作负载 p 减小使 p_3 降低时,则减压阀芯上移,减压阀口缩小,使减压值增大,则 p_2 减小,从而保持 $\Delta p = p_2 - p_3$ 仍基本为一定值。因此,调速阀工作时,其输出流量不会随负载变化而波动,从而保证执行元件运动速度的稳定性。

调速阀可与其它阀构成相应的组合阀,如单向调速阀、单向行程调速阀、温度补偿调速阀等。

第五节 液压辅助装置

一、油 箱

油箱用来储油、散热、分离油液中的空气和杂质。油箱的结构及要求如图15-51所示。其中

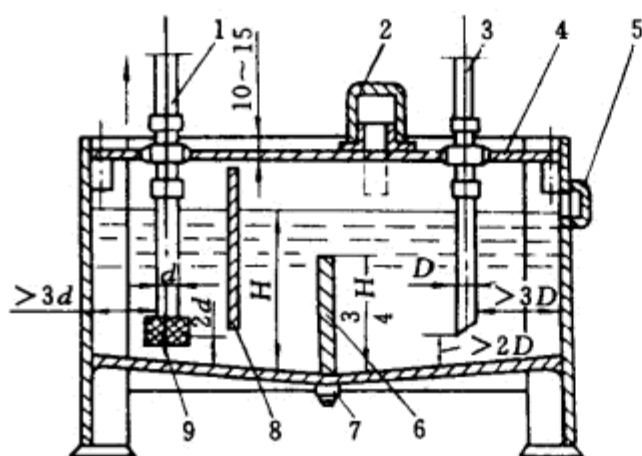


图 15-51 油箱

1—吸油管 2—滤清器 3—回油管 4—箱盖
5—油面指示器 6,8—隔板 7—放油塞 9—滤油器
状,一般用于装配位置限制较少的场合。

铜管:一般是指紫铜管,容易弯曲成所需的形状、安装方便,管壁光滑,摩擦阻力小。但价格高,耐压低。一般适用于中、低压系统。

尼龙管:适用于中、低压系统。

橡胶软管:吸振性较好,一般用于有相对运动的元件间的连接。有高压和低压橡胶软管两种。

塑料管:价格便宜,耐压低,一般用做回油管或泄油管。

2. 管接头

管接头用于将油管或油管与液压元件连起来。接管接头的形式很多,按其通路数和流动方向不同,可分为直通、弯头、三通和四通等;按管接头和油管的连接方式不同,又分为扩口式[图15-52(a)]、焊接式[图15-52(b)、(c)]、卡套式[图15-52(d)]、高压软管式[图15-52(e)]。此外还有扣压式和快速接头等。各种管接头的使用特点,可参考有关手册。

隔板6用以阻挡沉淀物进入吸油管,隔板8用以阻挡泡沫进入吸油管。脏物可以由放油塞7排出。滤清器2起到过滤空气的作用,使油箱内部与大气相通。滤油器9安装于吸油管的入口,防止杂质进入液压泵。彻底清洗油箱时可将箱盖打开。

二、油管和管接头

1. 油管

油管用于输送液压油。常用的油管有钢管、铜管、尼龙管、橡胶软管和塑料管等。

钢管:一般是指无缝钢管,耐压高,适用于中、高压的系统。但钢管安装时不易弯曲成所需的形

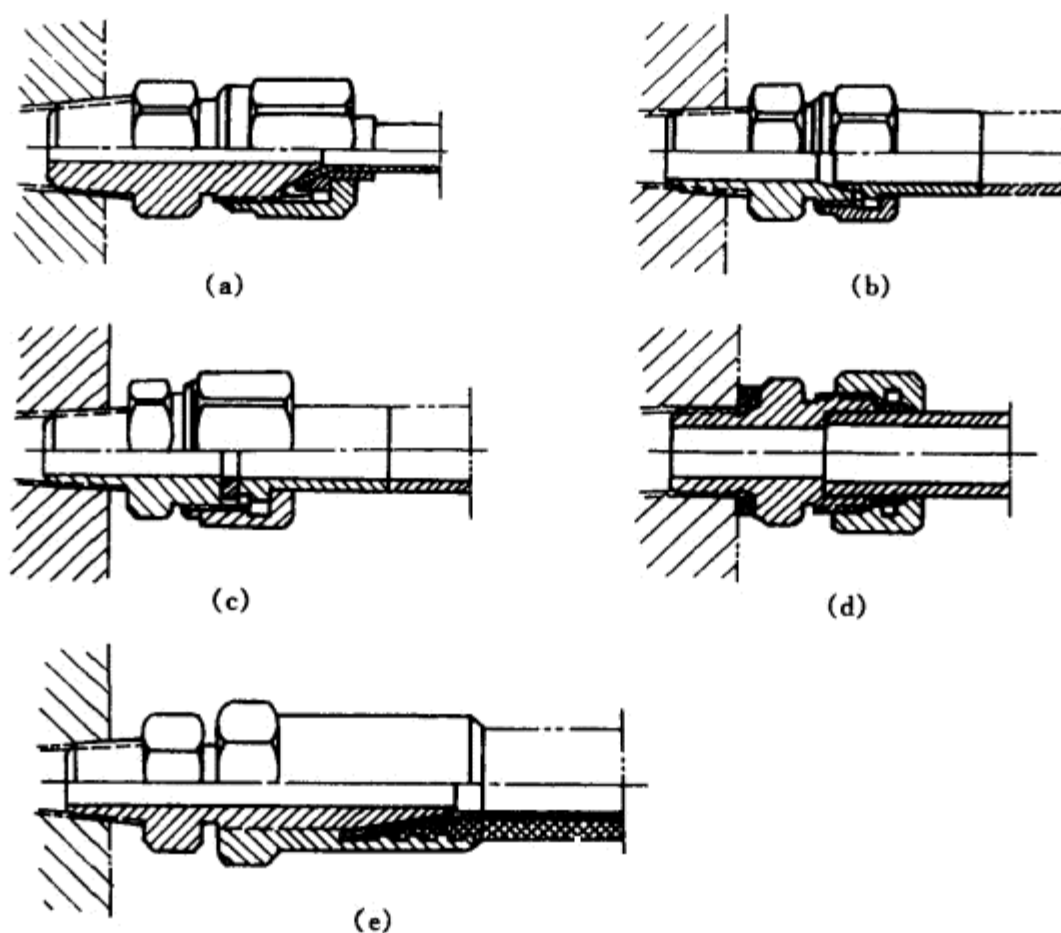


图 15-52 管接头

(a) 扩口式 (b)、(c) 焊接式 (d) 卡套式 (e) 高压软管式

三、滤油器

由于外界灰尘、铁屑等脏物侵入油箱, 以及由于零件的磨损、装配时元件及油管中的残留物(切屑、棉丝、橡胶等)混在油路系统中, 所以油液总是含有各种各样杂质。杂质会引起运动零件的急剧磨损以至卡死, 或使通油小孔堵塞而导致系统不能正常工作。因此, 在液压系统中必须控制油液中的杂质。滤油器是使液压系统的工作油液得以过滤, 防止固体杂质进入系统, 使液压元件正常工作和提高使用寿命, 避免产生故障的一种保护性元件。

滤油器安装在油泵的吸油口、出油口或其它需要的地方。它应具有较高的过滤能力, 也就是能滤掉一定尺寸范围内的机械杂质, 但对油液的阻力要小。过滤材料应有一定的机械强度, 不致受到油压的作用而破坏。另外, 清洗和更换应方便容易。但一般地说来, 随着过滤能力的提高, 滤油器对油液的阻力也就愈大。

常用的滤油器有网式滤油器、线隙式滤油器、烧结式滤油器和纸心式滤油器等。

1. 网式滤油器

网式滤油器在金属或塑料制成的基架上, 包着一层或两层铜丝网, 安装在液压泵的吸油口, 用以过滤进入液压泵油液中的杂质。这种滤油器结构简单, 通油能力大, 但滤油效果较差, 一般作为粗滤器用。

2. 线隙式滤油器

线隙式滤油器的滤心是用直径为0.4mm的铜丝1在滤架2上绕制而成的, 如图15-53所示。它是利用铜丝间的微小间隙来过滤杂质, 结构简单, 过滤效果好, 但不易清洗。这种滤油器一般用于中、低压系统。

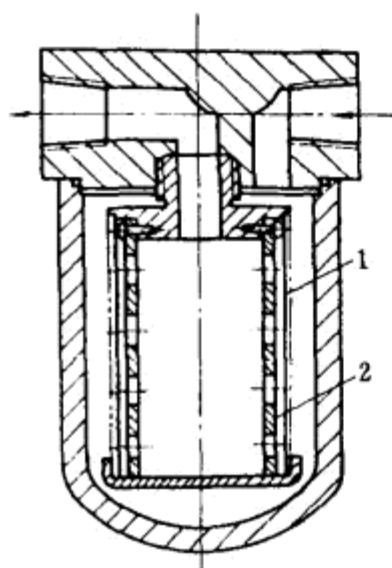


图 15-53 线隙式滤油器
1--铜丝 2--滤架

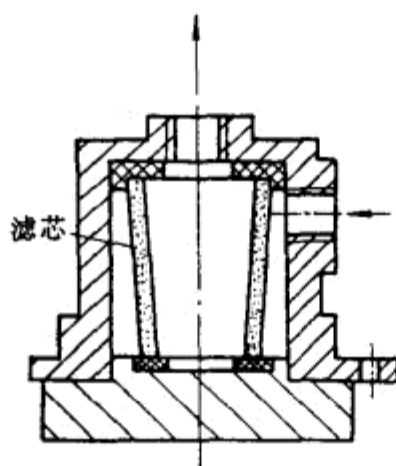


图 15-54 烧结式滤油器

3. 烧结式滤油器

烧结式滤油器的滤芯用青铜粉末烧结成一定的形状(如杯状、管状、碟状等),依靠其颗粒间的间隙滤油,如图15-54所示;强度高,过滤效果好,能在高温下工作,是一种广泛使用的精滤油器。

4. 纸芯式滤油器

纸芯式滤油器的滤芯是用厚度为0.35~0.75mm的平纹或皱纹的微孔滤纸做成的。过滤效果好,但易堵塞,无法清洗,需要经常更换纸芯,可作油液的精过滤用。

第六节 液压基本回路

液压基本回路(简称基本回路)是用液压元件组成,能完成特定功能的典型回路。各种机械可根据其工作要求,选用几个基本回路构成完整的液压系统。常用的基本回路按其功能可分为方向控制回路、压力控制回路、速度控制回路和顺序动作回路等四大类。

一、方向控制回路

控制系统油液的接通、截止或换向,从而实现系统工作机构的起动、停止或变换运动方向的回路,称为方向控制回路。方向控制回路主要是方向控制阀的应用。

1. 换向回路

换向回路通常由换向阀来实现,它利用换向阀改变油液流动方向,从而实现执行元件运动方向的改变。

图15-55是用二位四通电磁换向阀的换向回路。当换向阀的电磁铁失电时,换向阀右位接入回路,液压泵输出油液经换向阀(P→B)进入液压缸右腔;液压缸左腔的油液经换向阀(A→O)回油箱,实现液压缸活塞向左运动。当电磁铁得电时,换向阀左位接入回路,油液经换向阀(P→A)进入液压缸左腔;液压缸右腔的油液经换向阀(B→O)回油箱,实现液压缸活塞向右运动。控制电磁铁的得电与失电,就可以实现液压缸的往复运动。

其它换向阀,如二位或三位、四通或五通、手动、机动、液动或电液动等换向阀,都可以实现换向回路。

2. 闭锁回路

闭锁回路可以使执行元件停止在其行程的任一位置上,并防止其在外力作用下窜动或爬行,以提高系统的工作精度及防止事故。

(1) 用三位换向阀滑阀机能的闭锁回路 图15-56是用M型滑阀机能的闭锁回路。当左、右两电磁铁都失电时,三位四通电磁换向阀处于中位状态,液压泵输出油液经换向阀(P→O)实现卸荷。这时,液压缸的进出油口被换向阀的A、B口堵阻,使两腔油液无法流动。由于油液的不可压缩性,即使有外力作用,也无法使活塞左右移动,于是活塞被闭锁。如果调节行程开关

撞块的位置,就可以使活塞在全行程的任一位置上被闭锁。这种闭锁回路,也可采用O型滑阀机能来实现。由于换向阀体和阀芯间的密封较差,存在泄露,所以闭锁效果较差。

(2) 用液控单向阀的闭锁回路 图15-57是用液控单向阀的闭锁回路。在液压缸左、右两油路上,各有一只液控单向阀。当换向阀处于中位时,液压泵由H型滑阀机能卸荷,系统无压力,液控单向阀A、B关闭,使液压缸两腔不能回油被闭锁。当换向阀左边电磁铁得电时,左位接入系统,液压油经换向阀、单向阀A进入液压缸左腔,同时也进入液控单向阀B的液控口K,打开阀B,使液压缸右腔回油可经阀B和换向阀回油箱,实现活塞右移;反之左移。液控单向阀的密封性好,所以这种闭锁回路的闭锁效果较好。

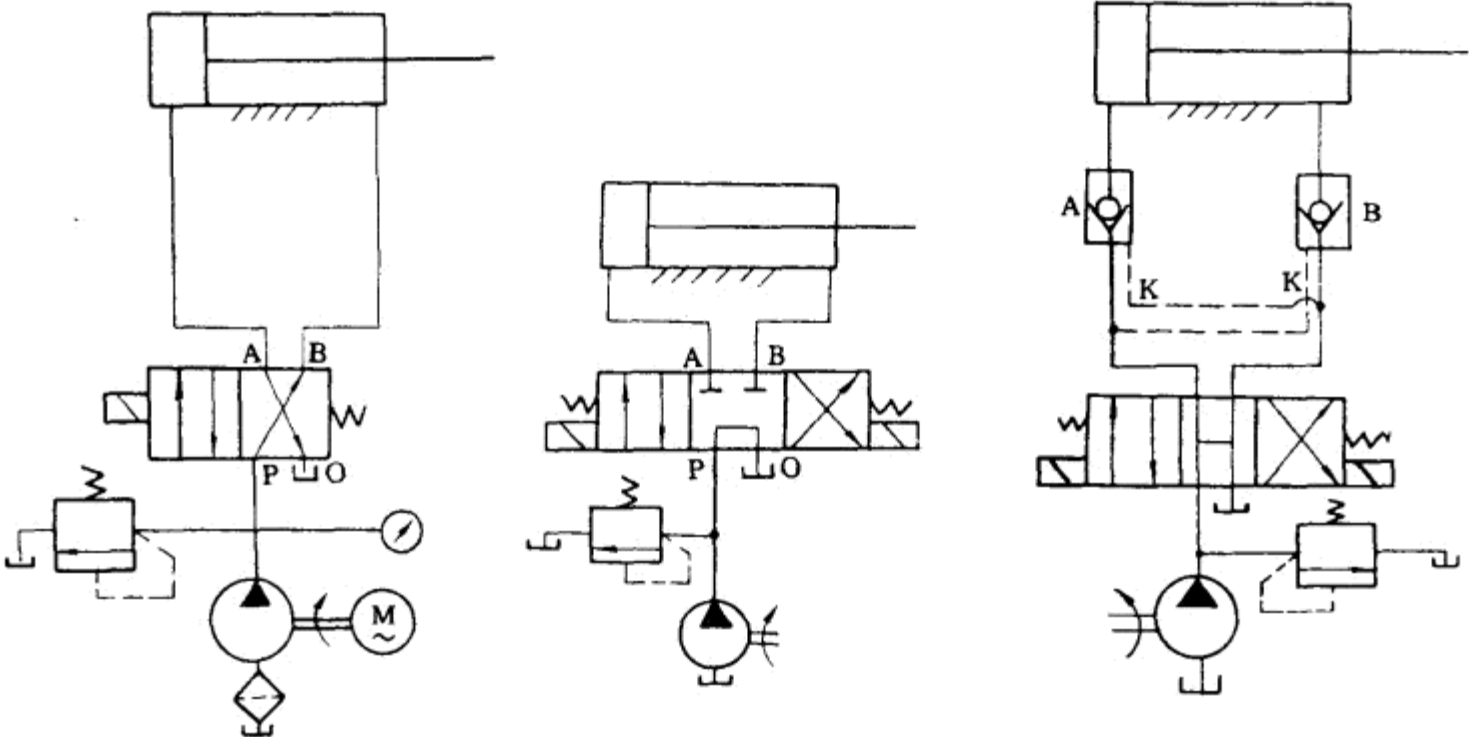


图 15-55 换向阀的换向回路 图 15-56 M型滑阀机能的闭锁回路 图 15-57 用液控单向阀的闭锁回路

二、压力控制回路

控制系统或系统某一部分的压力,用以实现调压、减压、增压或卸荷等功能的回路,称为压力控制回路。

1. 调压回路

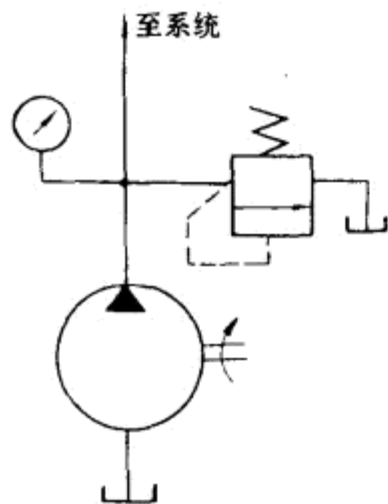


图 15-58 单级调压回路

一般液压机械工作过程中,要求系统保持一定压力与负载相适应,可以降低动力消耗,减少油液发热。同时,还要求限定系统或系统某一部分的压力最大值,以保护系统安全工作,不使薄弱环节被损坏,这就需要用调压回路。调压回路一般都由溢流阀组成。

(1) 单级调压回路 在定量泵供油的系统中,常用如图15-58所示的压力调定回路。液压泵输出的油液由溢流阀调定其最大供油压力,以适应系统的负载并保护系统安全工作。当系统超载或有故障时,溢流阀即打开阀口溢流,维持系统在调定的压力值下工作。由溢流阀的工作原理可知,当系统压力在阀芯上的作用力与调压弹簧相平衡时,阀的开口大小即被固定,因此有一部分油液从溢流阀溢回油箱。所以,这种回路效率较低,一般用于液压泵流量不大的情况。

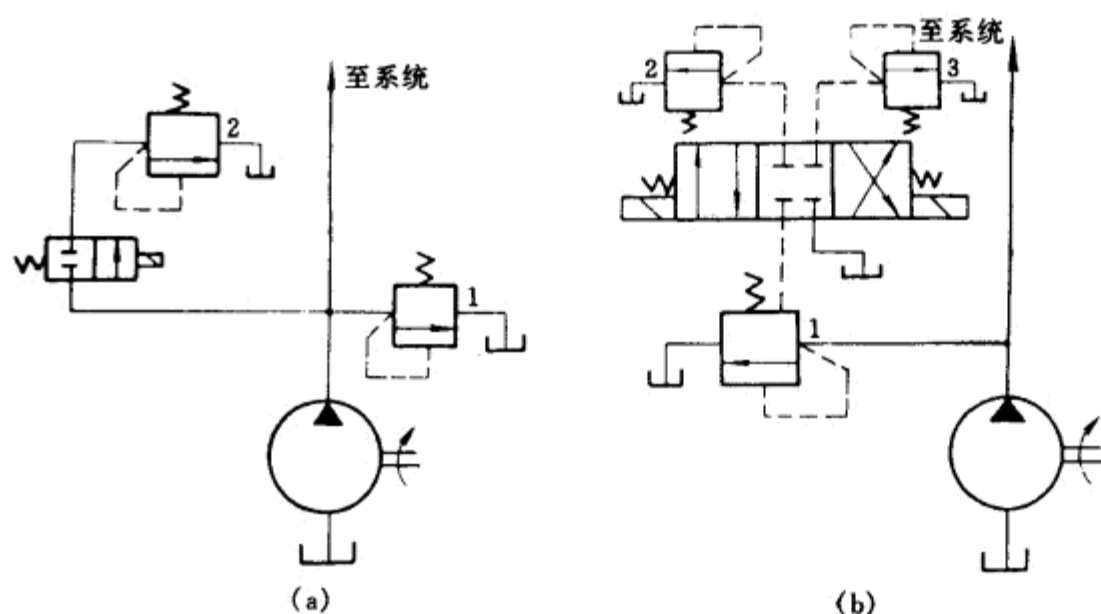


图 15-59 多级压力回路

(a) 二级压力回路 (b) 三级压力回路 1、2、3—溢流阀

流阀1的调定压力,所以系统压力由溢流阀2决定。

图15-59(b)为三级压力回路,其中溢流阀1的液控口与三位四通电磁换向阀相接,如果三只溢流阀的调定压力关系为 $p_{溢1} > p_{溢2} > p_{溢3}$,图示状态时,系统压力由溢流阀1决定;当电磁换向阀左边的电磁铁得电、而右边的电磁铁失电时,系统压力由溢流阀2决定;当左边的电磁铁失电、而右边的电磁铁得电时,系统压力由溢流阀3决定。

2. 减压回路

用一只液压泵供油的系统中,主系统需要压力较高,而其它支系统需要的压力较低时,可用减压阀组成减压回路,如图15-60所示。

主系统的最大工作压力由溢流阀1调定,支系统所需的压力经减压阀2减压后取得,使支系统的压力低于主系统的压力。当主系统压力调定后,减压阀的出口压力可以在0.5MPa以上到比溢流阀所调定的压力小0.5MPa的范围内调节。例如,溢流阀调定压力为4MPa,则减压阀的出口压力可在0.5~3.5MPa范围内调节。

3. 增压回路

增压回路是用来使系统局部工作压力大于液压泵的供油压力。增压的方法很多,图15-61是采用增压缸的增压回路。

增压缸1由大、小两个液压缸A和B组成,A缸中的大活塞和B缸中的小活塞用一根活塞杆连接起来。当扳动手柄使换向阀左位接入回路时,液压油进入A缸左腔推动大、小活塞一起向右运动。如果不计摩擦和压力损失,则作用在大活塞左端的液压作用力 F_{pA} 和作用在小活塞右端的液压作用力 F_{pB} 分别为

$$F_{pA} = p S_A$$

$$F_{pB} = p_B S_B$$

式中 p ——液压泵供油压力

S_A ——大活塞的作用面积

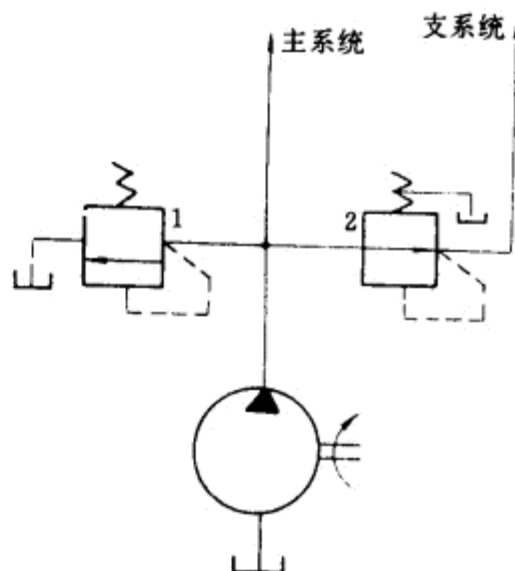


图 15-60 减压回路

1—溢流阀 2—减压阀

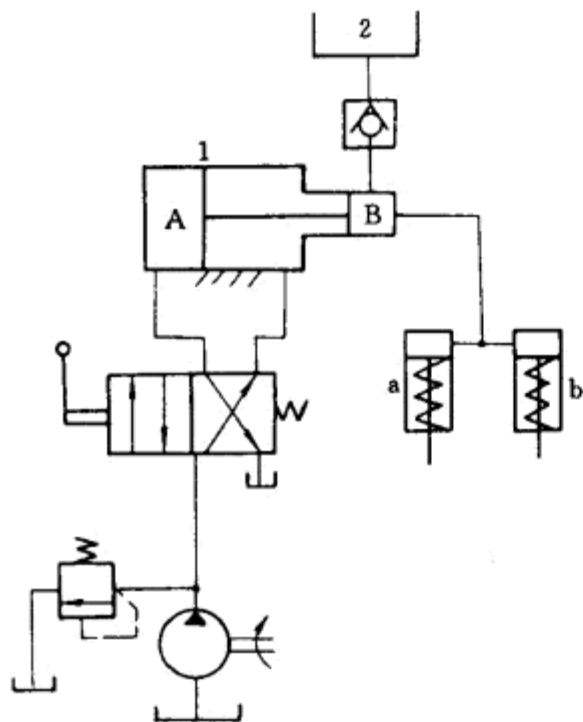


图 15-61 采用增压缸的增压回路
1—增压缸 2—补充油箱

p_B ——液压缸B的压力

S_B ——小活塞的作用面积

由于大、小活塞用一根活塞杆连接为一体, 所以 $F_{pA} = p_{pB}$, 则

$$pS_A = p_B S_B$$

或

$$\frac{p_B}{p} = \frac{S_A}{S_B}$$

因为 $S_A > S_B$, 所以 $p_B > p$, 也即液压泵向液压缸A输入较低的压力 p , 可以使液压缸B取得较高的压力 p_B 。

图15-61中的补充油箱2的作用是, 当工作缸a、b回程时, 油液可以通过单向阀进入液压缸B的右腔, 以补充工作缸a、b在工作时这部分管路中的泄漏。

4. 卸荷回路

当液压泵系统中的执行元件停止运动后, 应使液压泵输出的油液以最小压力流回油箱, 实现卸荷。这样可以节省动力消耗, 减少系统发热, 并可延长液压泵的使用寿命。使液压泵卸荷的回路, 称为卸荷回路。

(1) 用三位换向阀滑阀机能的卸荷回路 图15-56也是用M型滑阀机能的卸荷回路。当换向阀处于中位状态时, 液压泵输出的油液经换向阀中间通道直接流回油箱, 实现液压泵卸荷。这种卸荷回路除用M型外, 也可以用H型。

(2) 用二位二通换向阀的卸荷回路 图15-62是用二位二通换向阀的两种卸荷回路。

在图15-62(a)中, 当系统执行元件停止运动后, 使电磁铁得电, 二位二通换向阀上位接入系统, 液压泵输出的油液经该阀流回油箱, 实现卸荷。

在图15-62(b)中, 当电磁铁得电时, 二位二通换向阀左位接入系统, 使液控溢流阀的液控口与油箱接通。溢流阀芯下端无压力, 则系统压力作用于阀芯上端, 阀芯下移, 打开阀口, 使液压泵输出的油液经溢流阀流回油箱, 实现卸荷。

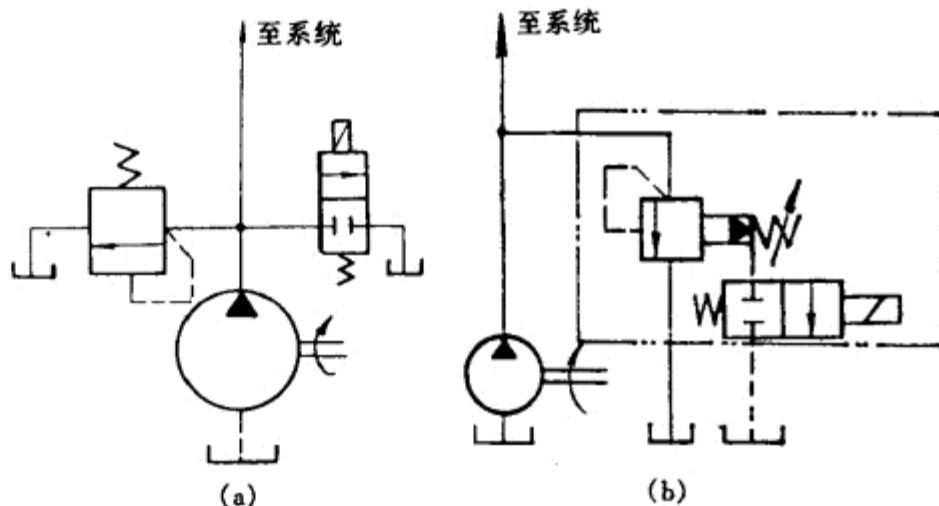


图 15-62 用二位二通换向阀的卸荷回路

(3) 双泵供油的卸荷回路 图15-63是用液控顺序阀的卸荷回路在双泵供油系统中的应用。当系统执行元件需要快速工作时, 高压小流量液压泵1和低压大流量液压泵2同时供油。当系统执行元件需要慢速工作时, 可使大流量泵2卸荷, 只用小流量泵1供油。溢流阀6按系统工作所需的压力调定, 液控顺序阀5的调定压力应比快速工作时的压力稍高, 而比慢速工作时的压力低。系统快速工作时, 工作压力低于液控顺序阀的调定压力, 阀口不打开, 大泵和小泵的输出

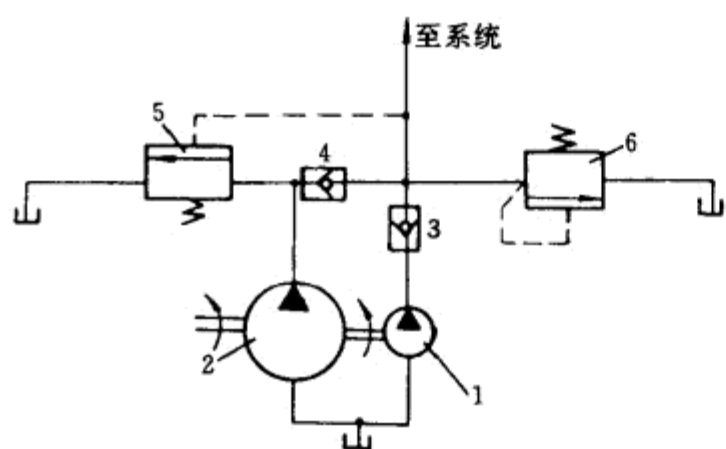


图 15-63 双泵供油的卸荷回路
1—小流量泵 2—大流量泵 3、4—单向阀
5—液控顺序阀 6—溢流阀

油液分别经单向阀4和3送至系统；系统慢速工作时，工作压力较高，大于液控顺序阀的调定压力，打开阀口，使大泵输出的油液经该阀流回油箱，实现大泵卸荷。而小泵输出的油液受单向阀4阻止，仍向系统供油。

三、速度控制回路

速度控制回路是液压系统的重要组成部分，用以控制系统执行元件的运动速度。它包括调速回路和速度换接回路两大类。

调速回路按调速方式分，有节流调速、容积调速和容积节流复合调速三种回路。其中，

节流调速回路，结构简单，成本低，使用和维护方便，应用很广。

1. 节流调速回路

在定量泵供油的系统中，利用节流阀或调速阀调节进入执行元件的流量，从而达到调节执行元件运动速度的调速回路，称为节流调速回路。节流调速回路中的控制元件，除节流阀外，还有溢流阀。按节流阀在回路中安装位置的不同，节流调速回路可分为进油路节流调速回路、回油路节流调速回路和旁油路节流调速回路。

(1) 进油路节流调速回路 它的节流阀串联在液压泵和执行元件之间，如图15-64(a)所示。液压泵出口处的压力由溢流阀调定，基本上是一个定值。定量液压泵输出油液经节流阀进入液压缸左腔，推动活塞向右运动，多余的油液经溢流阀流回油箱。通过调节节流阀可改变进入液压缸的流量，从而调节活塞的运动速度。液压缸右腔压力取决于负载，活塞运动速度随负载的变化而波动，速度稳定性较差。这种调速方法结构简单，使用方便。但由于油液经节流阀后进入液压缸，故油温高、泄漏大，功率消耗较大。再加上回油路没有背压，所以运动平稳性较差。进油路节流调速回路适用于功率较小，负载变化不大的液压系统中。

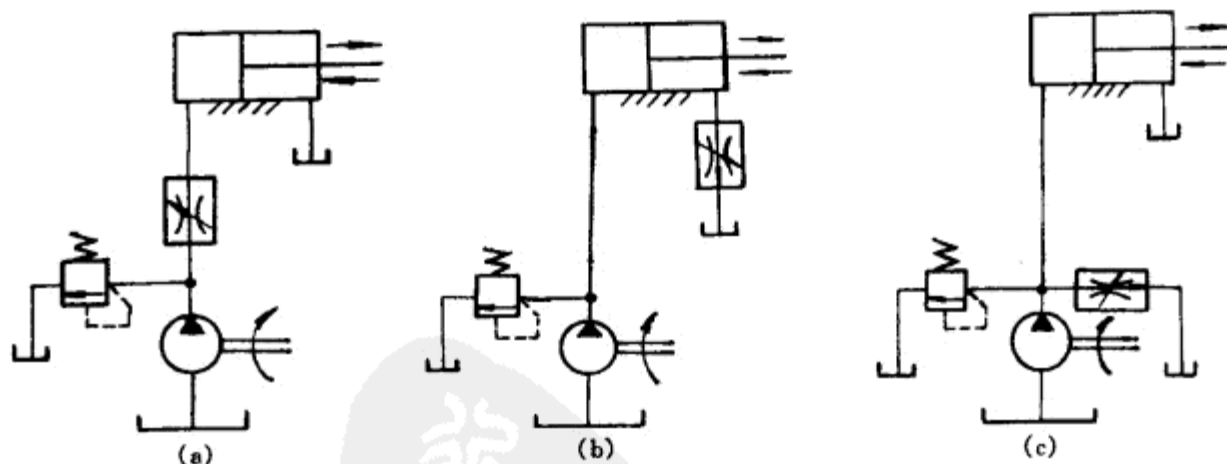


图 15-64 节流调速回路

(a) 进油路节流调速 (b) 回油路节流调速 (c) 旁路节流调速

(2) 回油路节流调速回路 它的节流阀串接在液压缸回油口和油箱之间，如图15-64(b)所示。液压缸右腔的油液经节流阀流回油箱，通过调节节流阀可改变通过节流阀的流量，从而调节活塞的运动速度。定量液压泵的输出油液有一部分经溢流阀流回油箱。液压泵的供油压力由溢流阀调定基本恒定。由于节流阀的节流作用，使液压缸右腔产生回油压力，称为反压力或背压，其大小取决于负载。负载愈小，则背压愈大。回油路节流调速回路与进油路节流调速相比

较,它提高了运动平稳性,但减少了有效液压推力。其它如速度稳定性较差,功率消耗较大等缺点仍同样存在。因此,回油路节流调速回路适用于功率较小、负载变化较大或运动平稳性要求较高的液压系统中。

(3) 旁油路节流调速回路 它的节流阀或调速阀,并联在液压泵和液压缸进油口之间的支油路上,如图15-64(c)所示。定量液压泵的供油量分为两路,一路经节流阀流回油箱,一路将其余流量输入液压缸左腔,推动活塞向右运动。显然,只要调节节流口,改变通流截面,就可以改变通过节流阀的流量,从而改变进入液压缸的流量,达到控制活塞运动速度的目的。液压缸左腔的压力由负载决定,基本上和液压泵的供油压力相同,并由溢流阀调定。在旁油路节流调速回路中,溢流阀的调定压力,应比液压缸克服最大负载所需的压力高。这样溢流阀只在过载时才打开,起安全保护作用。因此,液压泵的工作压力随负载变化而变化,在功率利用上较为合理。但是,其它如运动平稳性、速度稳定性差等缺点仍存在。

由于上述三种节流调速回路,都不能保持良好的速度稳定性,为此可以用调速阀代替节流阀接入上述回路,使速度稳定性得到改善。

2. 速度换接回路

液压系统在实现自动循环过程中,执行元件往往需要进行速度变换。如快速运动转换为慢速工作运动;从第一种工作运动转换为第二种工作速度等。这时可采用速度换接回路。

(1) 采用机动行程阀的速度换接回路 这种回路如图15-65所示。液压泵1输出的油液经手动换向阀2进入液压缸3的左腔,液压缸右腔的油液经行程换向阀4和手动换向阀2回油箱,此时实现活塞快速向右运动(快进)。当活塞向右运动到行程撞块压下行程换向阀4时,行程换向阀4关闭,油液必须经节流阀6才能回油箱。由于节流阀的节流作用,液压泵多余油液由溢流阀7溢回油箱,从而实现回油路节流调速,使活塞慢速向右运动(工进),完成速度换接。当换向阀2换至左位时,液压泵1输出的油液经换向阀2和单向阀5进入液压缸右腔。液压缸左腔的油液经换向阀回油箱,实现活塞快速向左运动。这种回路简单可靠,速度换接柔和,适用于运动部件质量大、速度变化较大的场合。

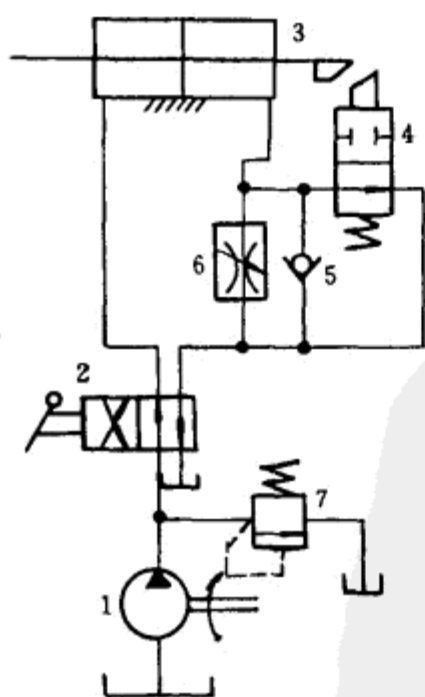


图 15-65 采用机动行程阀的速度换接回路

1—液压泵 2—手动换向阀 3—液压缸
4—行程换向阀 5—单向阀 6—节流阀 7—溢流阀

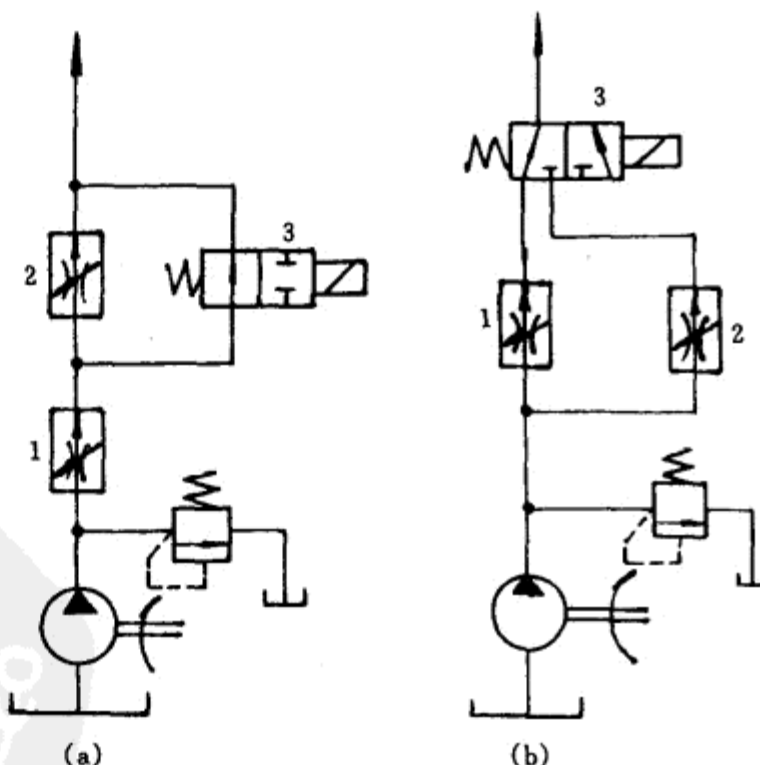


图 15-66 两种工进速度换接回路

(a) 两个调速阀串联 (b) 两个调速阀并联
1、2—调速阀 3—二位四通电磁换向阀

(2) 采用调速阀和二位二通换向阀的两种工进速度换接回路 图15-66(a)是两个调速阀串联的进油路节流调速回路。液压泵输出的油液经调速阀1,通过二位二通电磁换向阀3(图示位置),进入液压缸,使活塞得到第一种工进速度。根据需要发出电信号,使电磁换向阀3得电换向并切断油路,油液必须经过调速阀2才能进入液压缸,此时流量由调速阀2控制,所以使活塞得到第二种工进速度。调速阀1的开口度必须大于调速阀2,否则调速阀2不起调速作用。图15-66(b)是两个调速阀并联的速度换接回路。当二位二通电磁换向阀3在左位工作时,油液经调速阀1进入液压缸,使活塞得到第一种工进速度。当电磁换向阀3在右位工作时,油液经调速阀2进入液压缸,使活塞得到第二种工进速度。

四、顺序动作回路

在液压传动的机械中,常常要求执行元件的运动按严格的顺序依次动作。实现顺序要求的回路,称为顺序动作回路。顺序动作回路,按控制方式分为压力控制和行程控制两大类。压力控制的顺序动作回路一般利用压力控制阀来实现,如顺序阀、压力继电器等。行程控制的顺序动作回路,一般都是在执行元件运动行程中,利用行程撞块操纵电器行程开关或行程换向阀等来实现的。这类回路请参见有关资料。

第七节 气压传动基础知识

气压传动是以压缩空气为工作介质来传递动力和控制信号的一门自动化技术。它是通过气缸和气马达使工作部件获得所需的直线往复运动和回转运动,利用各种气动元件和装置组成所需的控制回路即可实现自动化控制。气压传动在木工机械中应用很普遍。

一、气压传动的特点

气压传动的优点:

- (1) 工作介质是空气,来源方便,使用后直接排入大气,不需回气管路,不污染环境。
- (2) 空气粘度很小,在管路中流动时的压力损失很小,适用于远距离输送和集中供气。
- (3) 空气具有可压缩性,气压传动系统能实现过载自我保护。
- (4) 气压传动反应快,动作迅速,一般仅需0.02~0.03s,就可建立起压力和速度。
- (5) 维护简单,管路不宜堵塞,且没有介质变质、补充和更换等问题。
- (6) 工作环境适应性好,特别是在易燃、易爆、多尘埃、强磁、强振、潮湿、有辐射和温度变化大的恶劣环境中,工作安全可靠。
- (7) 工作压力低,气动元件的材料和制造精度低,易于标准化、系列化和通用化。

气压传动的缺点:

- (1) 由于空气的可压缩性,当负载变化时气动系统的动作稳定性较差。
- (2) 气动系统工作压力比液压传动低,一般为0.4~0.8MPa,系统产生的推力小,且传动效率低。
- (3) 气动系统中,空气传递信号的速度比光、电控制速度慢,所以不宜用于要求高速传递速度的复杂线路中,但对一般机械设备,气动信号的传递速度可以满足要求。
- (4) 气动系统有较大的排气噪声,工作时需加消声器。
- (5) 因压缩空气无润滑性能,故在气路中要设置油雾润滑装置。

二、气压传动系统的组成

气压传动系统与液压传动系统一样,也是由四个部分组成:

(1) 气源装置 是气动系统的动力源,包括空气压缩机、贮气罐、空气净化装置及管道等。其核心是空气压缩机。

(2) 执行机构 是把气体压力能转换为机械能的一种装置,包括气缸和气马达。

(3) 控制元件 是控制调节压缩空气的压力、流量和流动方向的元件,包括各种控制阀类,如压力阀、方向阀、逻辑元件等。

(4) 辅助元件 是为保证气动系统正常工作的一些元件,包括油雾器、分水滤气器、消声器及管件等。

三、气动三大件

压缩空气在送入某一个气动工作机械(如气马达、气缸)和仪表之前,一般需要分水和过滤,并控制其压力、流速和流向,有时还需要注入润滑剂,以达到延长气动工作机械和仪表的寿命。上述这些功能由分水滤气器、减压阀、油雾器等附件来完成,它们组合在一起使用,通称为气动三大件。当组合使用时,必须将分水滤气器装于进气方向的最前面,其次是减压阀,最后是油雾器。气动三大件应安装在靠近工作机械或仪表处。

1. 分水滤气器

分水滤气器是气动系统中最常用的一种空气净化装置。其作用是滤除压缩空气中的水分、油滴及杂质微粒,以达到气动系统要求的净化程度。一次过滤器,滤灰率为50%~70%;二次过滤器,滤灰率为70%~99%;高效过滤器,滤灰效率可达99%。其中以二次过滤器应用最广泛。气动元件一般都需要二次过滤后的压缩空气作能源。

图15-67为分水滤气器的结构图。压缩空气从输入口进入后,被引入旋风叶片1,旋风叶片上有许多具有一定角度的缺口,迫使气流沿切线方向产生强烈旋转。空气中夹杂的较大水滴、油污物等在离心力的作用下,高速与存水杯3内壁碰撞,而从空气中分离出来沿杯壁下沉至杯底。当气流通过滤芯2时,气流中的灰尘及部分雾状水分被滤芯拦截而被滤除。较为洁净干燥的气体,经输出口输出。挡水板4可以防止气流的旋涡卷起存水杯中的积水。为了保证分水滤气器的正常工作,应及时打开手动放水阀5,放掉存水杯中的积水。分水滤气器的通径应根据气动装置所需的空气流量选用。

2. 减压阀

减压阀又称调压阀,用于将气源压力调整为每台气动装置所需的工作压力,并保持该压力值的稳定。

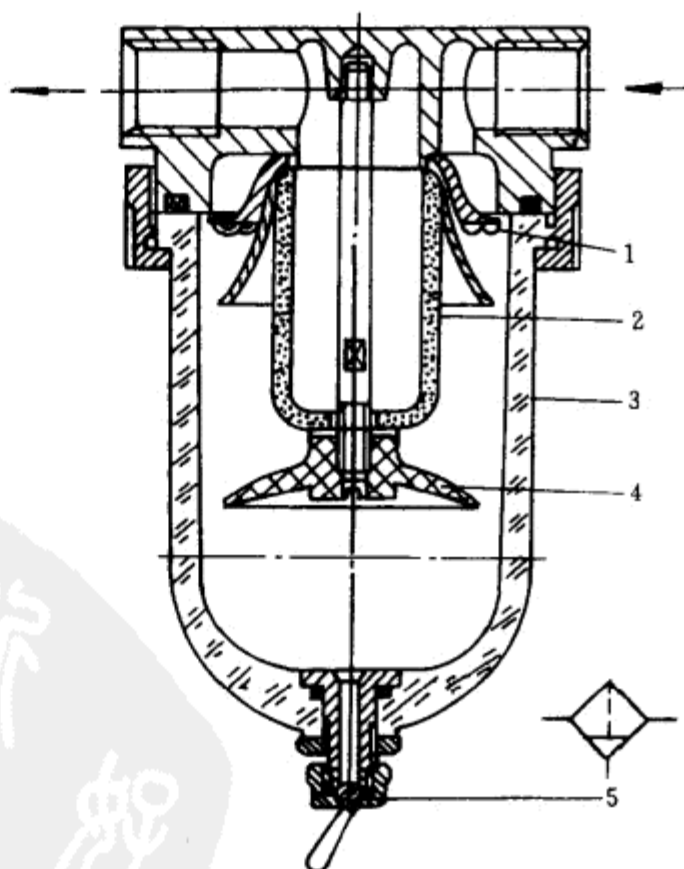


图 15-67 分水滤气器

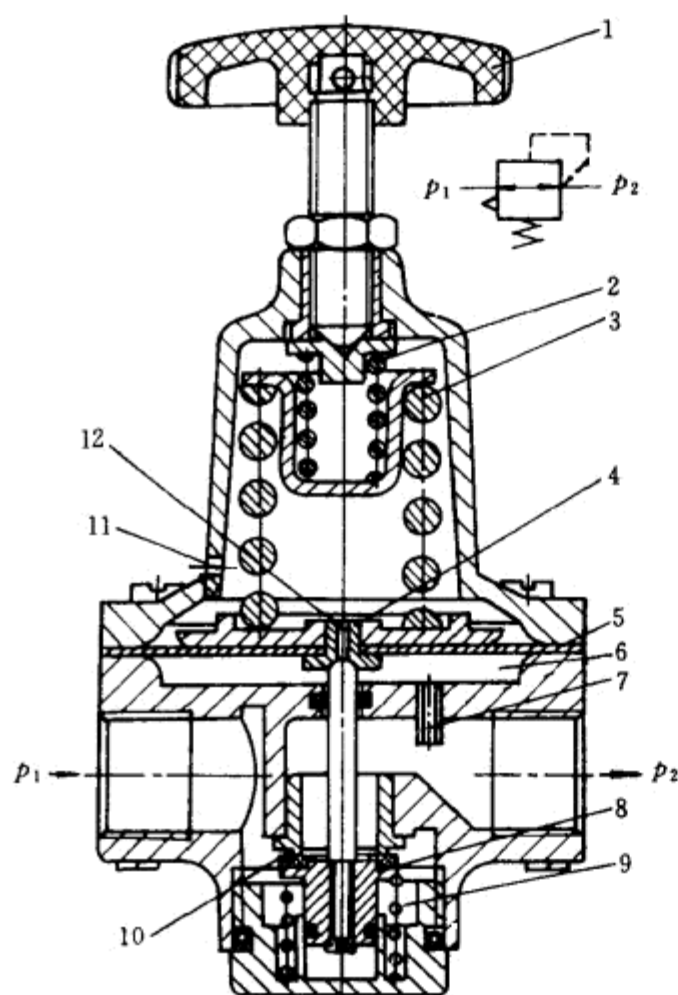


图 15-68 QTY型直动式减压阀

- 1 手柄 2,3 调压弹簧 4 阀座 5 膜片 6 气室
7 阻尼管 8 进气阀芯 9 复位弹簧
10 进气阀口 11 排气孔 12 溢流孔

图15-68为常用的调压阀的结构图。当顺时针旋转手柄1时,压缩调压弹簧2、3及膜片5使进气阀芯8下移,将进气阀口10打开,压缩空气经节流口10的节流减压作用后从右端输出。输出气流的一部分,从阻尼管7进入膜片气室6,在膜片5的下面产生一个向上的推力,这个推力总是企图把进气阀口10的开度关小,使其输出气压下降。当压缩空气作用在膜片上的推力与弹簧作用力相平衡后,减压阀便有一定大小的压力气体输出。

当输入压力发生波动时,如输入压力瞬时升高,输出压力也随之升高,气室6内的压力也同样升高,作用在膜片上的推力也相应增大,这样就破坏了原来的力平衡,使膜片5上移,并压缩弹簧2、3,使溢流阀座4与阀芯杆瞬间脱开,便有少量的气体经溢流孔12,从排气孔11排出。在膜片上移的同时,因复位弹簧9的作用,使进气阀芯8也向上移动,进气阀口10的开度变小,节流作用增大,输出压力下降,直至达到新的平衡为止,输出压力又基本上恢复到原来的调定值。反之,输入压力下降,输出压力相应下降,膜片下移,阀口的开度增大,节流作用减小,输出压力又基本回升到原来的数值。这就是减压阀在输入压力波动时的稳压原理。

当输入压力不变,由于输出流量变化使输出压力发生波动(增高或降低),依靠溢流孔的溢流作用和膜片上力的平衡作用推动阀杆,仍然能起稳压作用。

若逆时针旋转手柄1,压缩弹簧2、3放松,气体作用于膜片5上的作用力大于调压弹簧的作用力,膜片上移弯曲,靠复位弹簧9的作用逐渐地关闭进气阀口10,且使阀芯8的顶端与溢流阀座4脱开,膜片气室6中的压缩空气便经溢流孔12、排气孔11排出,输出压力逐渐减小直到当旋转手柄旋至最上端时,减压阀便处于无输出状态。

选择减压阀时,根据最大输出流量确定减压阀的通路;根据气源压力决定减压阀的输入压力。应注意减压阀的最低输入压力必须比最高输出压力高0.1MPa以上。使用时应按减压阀标记的气流方向接入系统。安装位置通常在分水滤气器之后,油雾器之前。调压时应由低向高调节,直至规定的压力值为止。当减压阀不用时,应将手把放松,放松弹簧,避免膜片长时间受压变形,影响调压精度和使用寿命。

3. 油雾器

油雾器是使润滑油雾化的特殊给油装置。它使润滑油雾化后注入压缩空气流中,并随气流进入需要润滑的部位,从而达到润滑的目的。

图15-69为一次油雾器的结构图。压缩空气从进气口1输入,从出气口4输出,并有一小部分进入立杆上正对气流的特殊单向阀10的内腔,此时单向阀的钢球在压缩空气和弹簧的作用下处于中间位置,见图15-70(a)。因此,气体经特殊单向阀10进入贮油杯5的上腔A,油面受压,

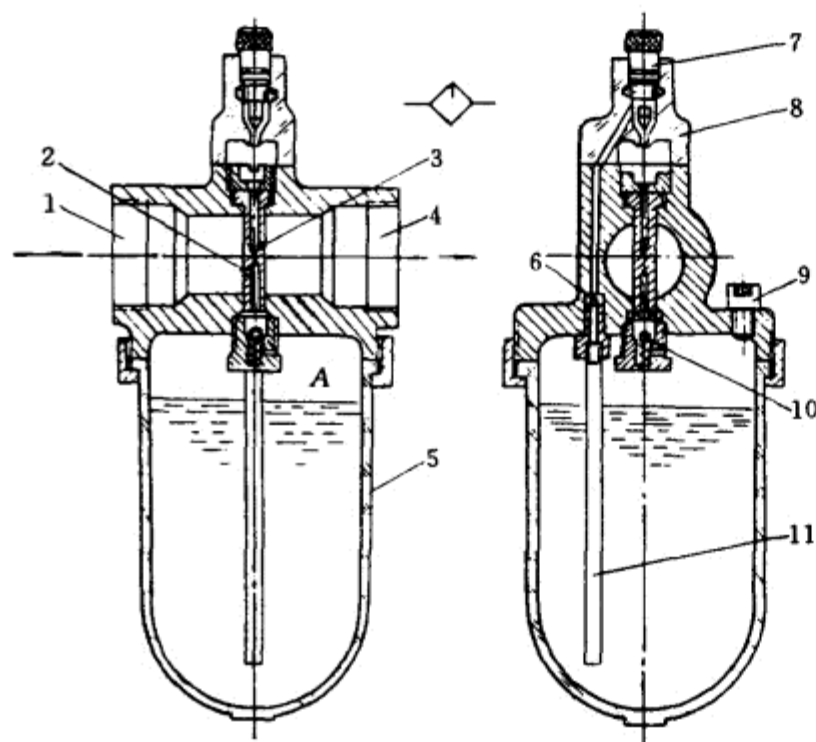


图 15-69 一次油雾器

- 1—进油口 2,3—小孔 4—出气口 5—油杯
6—单向阀 7—节流阀 8—视油器 9—油塞
10 特殊单向阀 11—吸油管

内加油。但上述过程必须在气源压力大于一定数值时才能实现,否则特殊单向阀关闭不严而使压缩空气进入杯内,将油液从油塞口中喷出。油雾器的最低不停气加油压力为0.1MPa。加油完毕后,拧紧油塞9,由于特殊单向阀有少许泄漏,贮油杯A腔气压逐渐升高,直至把特殊单向阀打开,见图15-70(b),油雾器又重新开始工作。

油雾器的选择主要根据气动系统所需的额定流量和油雾器粒度大小来确定油雾器的形式和通径。所需油雾粒度在 $50\mu\text{m}$ 左右选用一次油雾器。油雾器一般应装备在分水滤气器和减压阀之后,安装应靠近换向阀,距离不超过5m。油雾器的供油量,一般以 10m^3 自由空气供给1ml的油量为标准,在使用中可根据实际情况进行修正。

油液经吸油管11上升,顶开单向阀6,因钢球上部管口有一边长小于钢球直径的四方孔,所以钢球不会封死上部管口,故油液能不断经针式节流阀7滴入视油器8内,再流入立杆背向气流的喷嘴小孔3中,被主气道中的高速气流从小孔3引射出来并雾化,随气流从输出口输出,送入气动系统。视油器上部的节流阀7用以调节滴油量,可在每分钟0~200滴范围内调节。

这种油雾器可以在不停气的情况下对贮油杯加油,只要拧松加油孔的油塞9,贮油杯上腔A与大气相通,特殊单向阀10的钢珠被压缩空气压在阀座上,切断了压缩空气进入A腔的通路,见图15-70(c)。由于单向阀6的作用,压缩空气也不会从吸油管倒灌入贮油杯中,所以可以在不停气的情况下从油塞口往杯

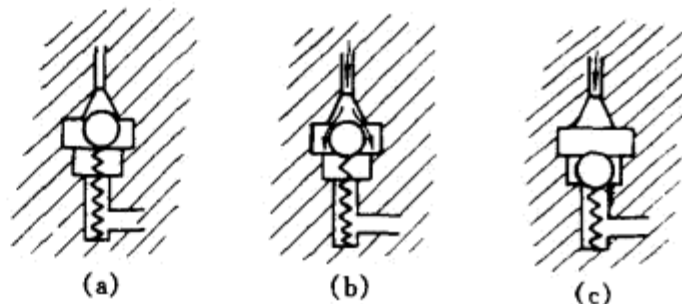


图 15-70 特殊单向阀的工作情况

- (a) 截止状态 (b) 打开状态 (c) 反向关闭状态

四、气压系统举例

图15-71为一种木工机床的气动回路。该回路工作时,先打开手动截止阀2,并按动电钮,使电-气先导式换向阀换向(其阀芯在左右位工作),此时气流由气源1经截止阀2到贮气罐3、截止阀4,通过分水滤气器5进入减压阀6,并分为二路再经过油雾器7,把雾化的润滑油吹到换向阀8,气流进入二个气缸10的右腔,使活塞杆向左运动,同时把左腔的空气压出气缸,经单向阀9、换向阀8排入大气中。该回路中的二个单向节流阀,是用来调节二个气缸活塞杆速度的,同时也可以调节其中一个单向节流阀使二个气缸活塞杆同步伸出。工作完毕后,电-气先导式换向阀失电,活塞杆复位。这种回路结构简单,造价低廉,应用较广。

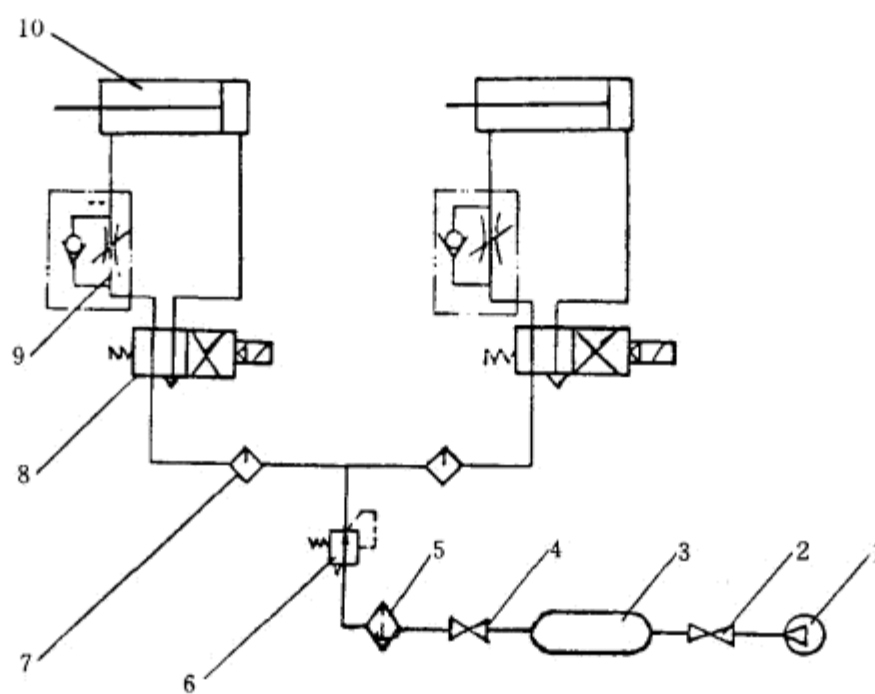


图 15-71 气动回路举例

1 - 气源 2、4 - 截止阀 3 - 贮气罐 5 - 分水滤气器 6 - 减压阀
7 - 油雾器 8 - 电气先导式换向阀 9 - 单向节流阀 10 - 气缸

参 考 文 献

- [1] 南京林业大学主编. 木工机械. 北京: 中国林业出版社, 1987
- [2] 福州木工机床研究所主编. 木工机床. 北京: 机械工业出版社, 1984
- [3] 《家具木工机械》编写组主编. 家具木工机械. 北京: 轻工业出版社, 1984
- [4] 南京林业大学主编. 木材切削原理与刀具. 北京: 中国林业出版社, 1983
- [5] 姚秉辉主编. 木材加工机械. 北京: 中国林业出版社, 1998
- [6] 朴永守主编. 木材切削学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1991
- [7] 章宏甲, 黄谊主编. 液压传动. 北京: 机械工业出版社, 1992
- [8] 吴丛, 蒲仲佑主编. 液压与气动. 北京: 北京理工大学出版社, 1995
- [9] 骆简文主编. 液压传动与控制. 重庆: 重庆大学出版社, 1994
- [10] 技工学校机械类通用教材编审委员会编. 机械基础. 第三版. 北京: 机械工业出版社, 1991
- [11] 曹士鑫主编. 机械设计. 第二版. 北京: 高等教育出版社, 1996
- [12] 濮良贵, 纪名刚主编. 机械设计. 第六版. 北京: 高等教育出版社, 1996
- [13] 张莹主编. 机械设计基础. 北京: 机械工业出版社, 1997
- [14] 孙宝钧主编. 机械设计基础. 北京: 机械工业出版社, 1995
- [15] 沈乐年, 刘向锋主编. 机械设计基础. 北京: 清华大学出版社, 1997
- [16] 许镇宇, 邱宣怀主编. 机械零件. 第二版. 北京: 人民教育出版社, 1981
- [17] 黄锡恺, 郑文纬主编. 机械原理. 第五版. 北京: 人民教育出版社, 1981
- [18] 邱豫复主编. 机械基础. 北京: 中国林业出版社, 1989
- [19] 《木工机床》编辑部. 木工机床. 福州: 机械电子工业部福州木工机床研究所, 中国机床工具工业协会木工机床分会出版

